

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra mechanické technologie

Optimalizace vstupního materiálového toku pro bezešvé
tratě roury AMTPO

The Optimization of the Input Material Flow for Seamless
Tube Mill Lines AMTPO

Student:

Bc. Michal Juříček

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Markéta Gregušová, Ph.D.

Ostrava 2015

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Michal Juříček**
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2303T002 Strojírenská technologie
Specializace: 10 Technologický management
Téma: **Optimalizace vstupního materiálového toku pro bezešvé tratě rourovny AMTPO**
The Optimization of the Input Material Flow for Seamless Tube Mill Lines AMTPO

Zásady pro vypracování:

1. Základní charakteristika řešené problematiky.
2. Analýza současného stavu v oblasti výroby bezešvých trubek v AMTPO.
3. Posouzení situace a specifikace odhalených problémů.
4. Návrh zlepšení.
5. Závěrečné zhodnocení.

Seznam doporučené odborné literatury:

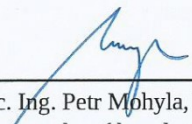
KOŠTURIÁK, J.; FROLÍK, Z. a kol. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Nakladatelství Alfa Publishing, s.r.o., 2006. 237 s. ISBN 80-86851-38-9.
SMETANA, J. *Projektování technologických pracovišť*. 1. vydání. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 1990. 195 s. ISBN 80-7078-033-9.
SAMEK, J. *Modely optimálního rozmístění výroby*. 1. vydání. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1989. 150 s.
POČTA, B. *Ocelové trubky: Bezešvé trubky*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1963, 413 s.
DĚDEK, V.; ŽÍDEK, M.; SOMMER, B. *Tváření ocelí*. Praha: SNTL/ALFA, 1988. 520s.


Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Markéta Gregušová, Ph.D.**

Datum zadání: 12.12.2014
Datum odevzdání: 18.05.2015




doc. Ing. Petr Mohyla, Ph.D.
vedoucí katedry


doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucí diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 15.5.2015

Jiříš
podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на ве́доміі, же Высoкá škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucí diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́доміі, же odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1994 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 15.5.2015

.....
podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Bc. Michal Juříček

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Janovice 555, 73911, Janovice

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

JUŘÍČEK, M. *Optimalizace vstupního materiálového toku pro bezešvé tratě roury AMTPO: diplomová práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2015, 58 s. Vedoucí práce: Gregušová, M.

Diplomová práce se zabývá implementací prvků štihlé výroby k dosažení optimalizace toku materiálu v rámci podniku ArcelorMittal Tubular Products Ostrava, a.s. Teoretická část je zaměřena na výrobu ocelových trubek a na rozbor metod štihlé výroby. Praktická část se zabývá analýzou současného stavu přípravy vsázky a odhalením nedostatků, které výrobu značně zpomalují. Následná optimalizace je provedena ve dvou částech, nejprve je to optimalizace materiálového toku mezi podnikem ArcelorMittal Ostrava a.s. a jeho dceřinou společností ArcelorMittal Tubular Products Ostrava, a.s. Druhá část se zabývá problematikou materiálového toku přípravy vsázky uvnitř podniku ArcelorMittal Tubular Products Ostrava, a.s. V závěru jsou doporučeny návrhy řešení daných situací.

ANNOTATION OF MASTER THESIS

JUŘÍČEK M. *The Optimization of the Input Material Flow for Seamless Tube Mill Lines AMTPO: Master Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2015, 58 p. Thesis head: Gregušová, M.

This master thesis deals with the implementation of elements of lean manufacturing to achieve optimization of material flow within the company ArcelorMittal Tubular Products Ostrava, as. The theoretical part is focused on the production of steel pipes and on the analysis of lean production methods. The practical part analyzes the current state of preparation charge, and revelations of shortcomings which slow down considerably the production. Subsequent optimization is done in two parts; the first part is the optimization of material flow between ArcelorMittal Ostrava as and its subsidiary ArcelorMittal Tubular Products Ostrava, as. The second part deals with the charge of preparing the material flow within the company ArcelorMittal Tubular Products Ostrava, as. In the thesis conclusion there are recommended proposals resolving the situation.

Obsah

Seznam použitých značek a symbolů.....	7
Úvod.....	9
TEORETICKÁ ČÁST	10
1 Výroba trubek.....	10
1.1 Materiál k výrobě trubek.....	10
1.2 Ohřev vsázkového materiálu	11
1.3 Druhy trubek a jejich použití	12
1.4 Provedení trubek a účel jejich použití.....	12
1.5 Výroba bezešvých trubek.....	13
1.6 Výroba trubek - Stiefelův způsob	14
1.7 Výroba trubek svařováním.....	15
2 Optimalizace materiálového toku.....	16
2.1 Definice logistiky.....	16
2.2 Rozbor materiálového toku.....	16
2.3 Mapa toku hodnot (VSM).....	17
2.4 Sankey diagram.....	19
2.5 Návrh hodnotového toku (VSD).....	21
PRAKTICKÁ ČÁST	23
3 Charakteristika společnosti	23
3.1 Charakteristika společnosti ArcelorMittal Ostrava a.s.	23
3.2 Charakteristika společnosti ArcelorMittal Tubular Products Ostrava a.s.....	24
4 Analýza současného stavu	28
4.1 Řízení výroby.....	28
4.2 Informační tok.....	28
4.3 Výrobní proces.....	29
4.4 Kontrola a zkoušení	36
4.5 VSM diagram.....	37
4.6 Sankey diagram.....	41
5 Návrh řešení	44
6 Závěr	52
Seznam použité literatury.....	53
Seznam obrázků a tabulek	55
Seznam příloh	57

Seznam použitých značek a symbolů

5S	Metoda 5S - rozděl, seříd', uspořádej, zdokumentuj, dodržuj (Seiri, Seitong, Seiso, Seiketsu, Shitsuke)
ABC analýza	Paretova (ABC) analýza
AMO	ArcelorMittal Ostrava
AMTPO	ArcelorMittal výrobní trub Ostrava (ArcelorMittal Tubular Products Ostrava)
C	Náklady (Cost)
C/O	Seřizovací čas (Changeover Time)
C/T	Cyklový čas (Cycle Time)
D	Dodávky (Deliveries)
EU	Evropská unie
FIFO	Systém skladování materiálu: "První dovnitř, první ven" (First in First out)
IBM	Světová společnost v oboru informačních technologií (International Business Machines Corporation)
IS	Interní směrnice
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci (International Organization for Standardization)
JIT	právě v čas (Just in Time)
MRP	Plánování materiálových požadavků (Materials Requirements Planning)
OMV	Rakouská olejářská společnost (Österreichische Mineralölverwaltung)
OP	Organizační plánování
OS	Organizační směrnice
PC	Osobní počítač (Personal Computer)
SK	Slovenská republika
SMED	Výměna nástroje během jedné minuty (Single Minute Exchanges of Dies)
T	Čas (Time)
TMK	Světový výrobce trubek pro ropný a plynárenský průmysl (Taganrog Metallurgical Works)
TPM	Totálně produktivní údržba (Total Productive Maintenance)
TPS	Integrovaný sociotechnický systém vyvinutý firmou Toyota (Toyota Production System)
VA index	Poměr časů přidávajících hodnotu k časům, které hodnotu nepřidávají (Value Added index)

VAX	Virtuální rozšíření adresy - počítačový software evidence a řízení výroby (Virtual Address Extension)
VSD	Návrh toku hodnot (Value Stream Design)
VSM	Mapa toku hodnot (Value Stream Mapping)
ŽP	Železiarne Podbrezová

Úvod

„Jestliže nechybujete, nic neděláte. A když nic neděláte, nemůžete být úspěšní.“

Lewis Lehr

Průmyslová revoluce, která proběhla v 90. letech minulého století, přinesla do všech sfér výrobního i nevýrobního procesu celou řadu nových metod jak optimalizovat výrobní proces. Od této revoluce uplynulo již několik let a celý trh se stále více globalizuje a dochází k propojování veškerých ekonomických procesů a rozvoji nových technologií a materiálů. Trh nabývá stále větších rozměrů a tím dochází k stále většímu růstu konkurence.

Eliminace plýtvání a neustálé zlepšování podnikových procesů s cílem maximalizovat tvorbu přidané hodnoty je jedním z nejdůležitějších cílů zeštíhlování neboli zavádění principů štíhlého podniku. Tyto principy byly poprvé definovány právě v 90. letech minulého století a vycházely z praktických zkušeností japonských automobilek, hlavně společnosti Toyota, které se tak od 60. let minulého století snažily čelit lepší organizovaností a vyšší efektivností výroby vůči svým americkým konkurentům.

Zvyšování kvality výrobků, zrychlení výroby a neustálé snižování nákladů jsou některé z mnoha výhod před konkurencí, jež zeštíhlující metody přinesly mnoha firmám na celém světě. Mezi tyto zeštíhlující metody patří především Just in time, Kaizen, Kanban, Jidoka, 5S, SMED, TPM a řada dalších.

Cílem této diplomové práce je provést analýzu současného průběhu předem určených materiálových toků ve společnosti ArcelorMittal Tubular Products Ostrava a.s. a pomocí moderních metod štíhlé výroby navrhnout řešení vedoucí k optimalizaci těchto toků.

TEORETICKÁ ČÁST

1 Výroba trubek

1.1 Materiál k výrobě trubek

Na výrobu ocelových bezešvých trubek se používají buď sochory, nebo ingoty kruhového průřezu. Pro výrobu trubek velkých průměrů se používají ingoty, které se válcují na tratích s poutnickými stolicemi. Použitá technologie umožňuje dokonalé protváření kovu. Pro výrobu trubek malých i velkých průměrů se používají sochory buď kruhového, nebo čtvercového průřezu. Sochory čtvercového průřezu jsou výchozím materiálem pro trubky, které jsou vyráběné na tratích s protlačovací stolicí.

Důležitým kritériem jsou výrobní náklady, které lze minimalizovat správnou volbou technologie výroby. Tabulka 1 udává přehled o vhodném typu výchozího materiálu pro tři základní způsoby výroby bezešvých trubek. [1]

Tabulka 1 Typ výchozího materiálu na bezešvé trubky [1]

Technologie	Nejvhodnější výchozí materiál	Možný výchozí materiál
Trať s automatikem	Plynule litý předlitek kruhového průřezu	Válcovaný kruhový sochor; plynule litý předlitek čtvercového průřezu
Trať s poutnickou stolicí	Do průměru 330 mm: plynule litý předlitek kruhového průřezu; plynule litý předlitek osmihranného průřezu. Nad průměr 330: kruhový ingot	Do průměru 370 mm válcovaný kruhový sochor
Protlačovna	Čtvercový nebo osmihranný plynule litý předlitek	Válcovaný čtvercový sochor; vývojově plynule litý předlitek

Nejčastěji se délka vsázkového materiálu určuje podle toho, jak se materiál chová při první technologické operaci, neboli při děrování. Povrchy sochorů i ingotů musí být před

válcováním zbaveny povrchových vad, proto se dle potřeby čistí vysekáváním do ztracena, vypalováním, vybrušováním, někdy i třískovým obráběním celého povrchu. Tyto úpravy jsou zárukou dobré jakosti vyrobených trubek. Sochory se dělí lámáním, řezáním nebo pálením na vsázkové délky, které jsou potřebné proto, aby se z nich vyrobila trubka žádané délky. [1]

1.2 Ohřev vsázkového materiálu

Starší pece, které se používaly pro ohřev vsázkového materiálu (sochory, ingoty) byly pece pokulovaví. Pro ohřívání ingotů zvláště velkých průměrů se používaly pece hlubinného typu.

Dnes jsou tyto pece nahrazeny vysoce mechanizovanými v některých případech i automatizovanými pecemi s otočnou nístějí tzv. Karuselovými pecemi (viz Obrázek 1). Prstencová nístěj umožňuje plynulé i fázové otáčení. Při přetržitém otáčení se při jednom kroku nístěj pootočí o 2° až 8° . Ohřívací prostor je rozdělen na několik pásem – pásmo předeřívaví, ohřívaví a vyrovnávací. Dobu otáčení lze měnit v rozmezí od půl hodiny do 4 hodin. Mechanizovaná sázečí a vytahovací zařízení jsou umístěna radiálně tak, aby svíraly úhel 15° , proto je pro ohřev materiálu využito 345° obvodu nístěje. [1]



Obrázek 1 Karuselová pec [17]

1.3 Druhy trubek a jejich použití

Použití ocelových trubek je velmi různorodé, a proto je různé i jejich provedení. Rozměry trubek jsou udány vnějším průměrem tloušťky stěny, ale i světlostí (jen u některých druhů). Trubky se vyrábějí od několika milimetrů až do průměru dva metry a více. Vyrábějí se jak z nelegovaných, tak i z legovaných ocelí a některé druhy trubek musí mít velmi vysoké hodnoty mechanických vlastností a to jak při extrémně nízkých, tak při vysokých teplotách. Dále by trubky měly odolávat různým korozním účinkům ovzduší, půdy, kyselin i hydroxidů.

Trubky rozdělujeme podle způsobu výroby na bezešvé a svařované. Trubky bezešvé jsou zhotoveny z plného nebo dutého polotovaru a vyznačují se celistvou stěnou. Naopak trubky svařované jsou zhotoveny svinutím ocelového pásu do tvaru trubky a jeho následným svařením. Svar probíhá po délce trubky buď ve šroubovici, nebo rovnoběžně s osou.

1.4 Provedení trubek a účel jejich použití

Rozeznáváme několik druhů povrchových úprav trubek:

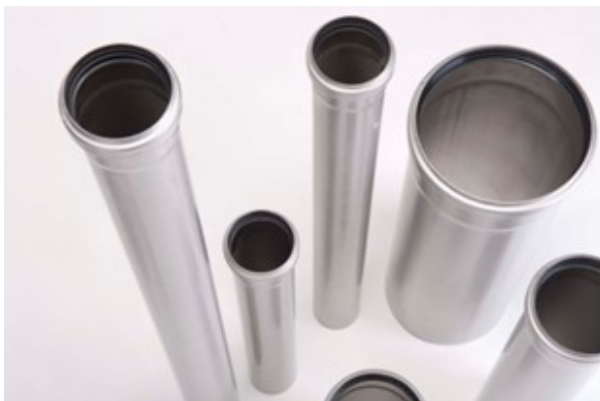
- trubky hladké (viz Obrázek 2),
- trubky závitové (viz Obrázek 3),
- trubky s napěchovanými konci,
- trubky se zúženými nebo rozšířenými konci,
- trubky hrdlové (viz Obrázek 4),
- trubky přírubové (viz Obrázek 5),
- trubky s ochranným povlakem. [1]



Obrázek 2 Hladké trubky [13]



Obrázek 3 Trubka závitová [14]



Obrázek 4 Trubky hrdlové [15]



Obrázek 5 Trubka přírubová [16]

Trubky se upravují především broušením, leštěním, různými nátěry, popřípadě povlaky z jiných kovů nebo plastů. **Hladké trubky** mají konce upíchnuté kolmo k ose nebo jsou vyrobeny se zkosenými konci pro příčný svar při kladení potrubí. **Závitové trubky** byly dříve označovány jako plynové, byly určeny pro domovní plynovodní a vodovodní instalace. Trubky závitové se také používají pro geologický průzkum a hloubkové vrtty pro těžbu zemního plynu a ropy. Pro nerozebíratelná potrubí kladená do země jsou určeny **hrdlové trubky**. Naopak pro rozebíratelná potrubí se používají **trubky přírubové**. [1]

1.5 Výroba bezešvých trubek

Technologický postup výroby bezešvých trubek se většinou skládá ze dvou na sebe navazujících hlavních výrobních fází, které jsou uskutečněny na téže výrobní trati.

První fází je výroba dutých polotovarů o průřezu mezikruží s velkou tloušťkou stěny z plného litého válcovaného či spojitě odlévaného materiálu. Materiál je podle způsobu výroby trubek buď kruhového, nebo čtvercového průřezu. Tyto duté polotovary se vyrábějí kosým válcováním, lisováním, nebo děrováním. V případě kosého válcování se používají buď dvouválcové, nebo tříválcové stolice.

Druhou fází je zpracování těchto dutých tlustostěnných polotovarů v trubky požadovaných rozměrů. Zpracovávat tyto polotovary lze buď podélným periodickým (poutnickým) válcováním, podélným válcováním či protlačováním, anebo příčným kosým válcováním popřípadě výtlačným lisováním. Tento způsob se provádí v průtlačnici na vodorovných, nebo svislých lisech. Ocelovou bezešvou trubku lze vyrobit pomocí jediné technologické operace.

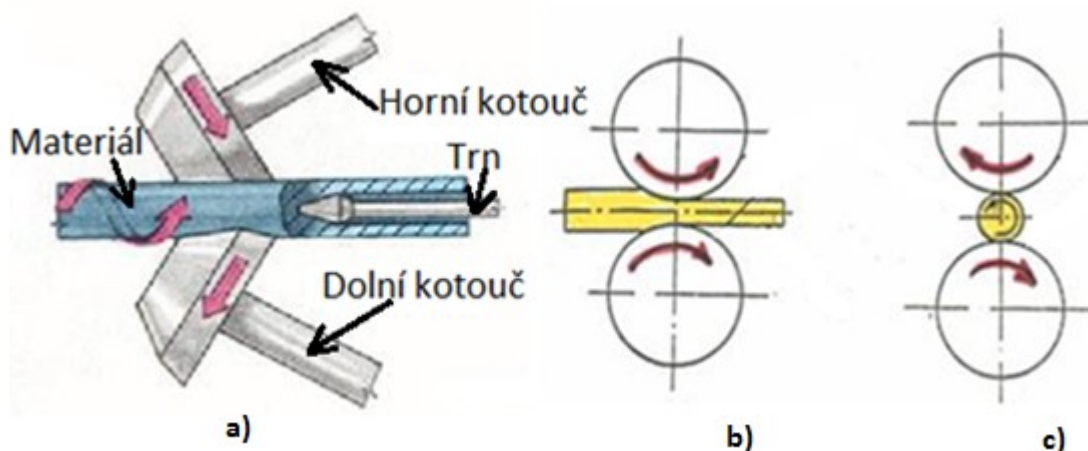
Všechny výrobní postupy jsou prováděny za tepla a to hlavně kvůli mechanickým i plastickým vlastnostem ocelí. Některé způsoby výroby trubek jsou pojmenovány podle vynálezců těchto metod – Mannesmanův, Stiefelův, Asselův způsob atd.

Způsoby výroby bezešvých trubek:

- válcování na tratích s poutnickými stolicemi (Mannesmanův způsob),
- **válcování na tratích s automatikem (Stiefelův způsob),**
- spojité válcování trubek,
- válcování na tratích s tríválcovými stolicemi (Asselův způsob),
- válcování na stolicích s příčnými otáčejícími se kotouči (Diescherův způsob),
- výroba na tratích s protlačovacími stolicemi,
- výroba na tratích s tlačnou válcovací děrovací stolicí,
- výtlačné lisování trubek. [1]

1.6 Výroba trubek - Stiefelův způsob

Pro výrobu bezešvých trubek na tratích s automatikem musí být zkompleťována válcovací trať, kterou tvoří různé operace, jimiž přetváříme ze sochorů kruhového průřezu hotové bezešvé trubky. Mezi tyto operace patří kosé válcování na děrovací stolicí (viz Obrázek 6a), další operací je podélné válcování na stolicí nazývané automatik (viz Obrázek 6b), následuje příčné válcování na hladícím stroji (viz Obrázek 6c) a konečnou operací je podélné válcování na kalibrovacím stroji. [1]



Obrázek 6 a) kosé válcování na děrovací stolicí, b) podélné, c) příčné válcování [18]

Rozsah takto válcovaných trubek je určen nejmenším vnějším průměrem – 60 mm a největším 400 mm. Těmto rozměrům jsou přizpůsobeny velikosti tratí s automatikem:

- malé tratě pro trubky o průměru 60 až 140 mm,
- střední tratě pro trubky o průměru 102 až 250 mm,
- velké tratě pro trubky o průměru 150 až 400 mm.

1.7 Výroba trubek svařováním

Výroba svařovaných trubek je mnohem starší nežli výroba bezešvých trubek. Byla zavedena v Anglii na počátku 19. století, kdežto bezešvé trubky se začaly vyrábět až v 80. letech 19. století. Svařování trubek lze provést několika možnými způsoby, z nichž ve všech státech převažuje výroba elektricky svařovaných trubek. Z ostatních způsobů se uplatňuje zejména spojitě (kontinuální) svařování natupo v peci. Způsoby svařování trubek se rozdělují na svařování tlakem a tavné. [5]

Způsoby svařování tlakem:

- svařování trubek v plynové peci,
- svařování trubek plamenem,
- odporové svařování trubek stlačením a odtavením.

Způsoby svařování tavného:

- automatické svařování pod tavidlem (viz Obrázek 7),
- obloukové svařování v ochranných plynech. [5]



Obrázek 7 Automatické svařování pod tavidlem [25]

2 Optimalizace materiálového toku

2.1 Definice logistiky

Logistika může být definována mnoha způsoby. Nejčastěji a nejsrozumitelněji je považována za soubor činností, jejichž úkolem je přesun položek z místa původu na místo určení dostatečně včas. Hlavní cíle logistiky jsou zkrácení doby vyřízení zakázky, optimalizace výrobních dávek, zásob materiálu, rozpracované výroby a polotovarů a také zásob hotových výrobků. Logistika se také zabývá snižováním nákladů na dopravu a skladováním.

V logistice si lze pod pojmem tok, představit jistou posloupnost stavů pohybu či přerušení pohybu objektů, která se uskutečňuje při uspokojování požadavků po produktech. [6] Tok hodnot tvoří všechny procesy, které jsou na cestě od polotovaru, přes rozpracovaný výrobek až k hotovému výrobku. [4]

Materiálový tok spadá do oblasti toků fyzických, jsou zde zařazeny také toky surovin rozpracovaných výrobků, obalů, hotových výrobků a odpadů. Z pohledu logistiky zahrnuje správu surovin, vyrobených dílů, balicích materiálů a zásob ve výrobě. V materiálovém toku jsou zahrnuty jak pohybové pochody, tak i stavy klidu a ke každému z pohybů se také vztahuje intenzita toku a podmínky, kterými je materiálový tok ovlivňován. Součástí materiálového toku je také přemísťování surovin přicházejících od dodavatelů ke spotřebitelům. V tomto toku je zahrnut celý pohyb materiálu, který začíná přísunem materiálu do firmy, pokračuje fázemi skladovacího, výrobního a dopravního procesu a je ukončen expedicí. [7]

Materiálový tok je složen:

- z vykládky materiálu na území firmy,
- z pohybu materiálu přes sklady výrobních zásob, výrobní provozy atd.,
- z operací, meziskladů a skladů hotových výrobků,
- z expedice hotových výrobků nebo odpadu z území firmy.

2.2 Rozbor materiálového toku

Rozbor materiálového toku je těžištěm projektových prací právě tam, kde hlavní částí výrobního procesu je pohyb materiálu, hlavně tehdy, je-li materiál objemný, těžký nebo

početný, nebo tam, kde jsou náklady na dopravu či manipulaci s materiálem vysoké ve srovnání s náklady na výrobní operace. Nejdůležitějším podkladem pro rozbor materiálového toku je technologický postup, nebo sled technologických operací a výrobní plán. Materiálový tok ve výrobním procesu představuje složitý průběh od vstupu do závodu až po expedici výrobku. Průběh nebo složitost toku materiálů je ovlivněna především těmito ukazateli:

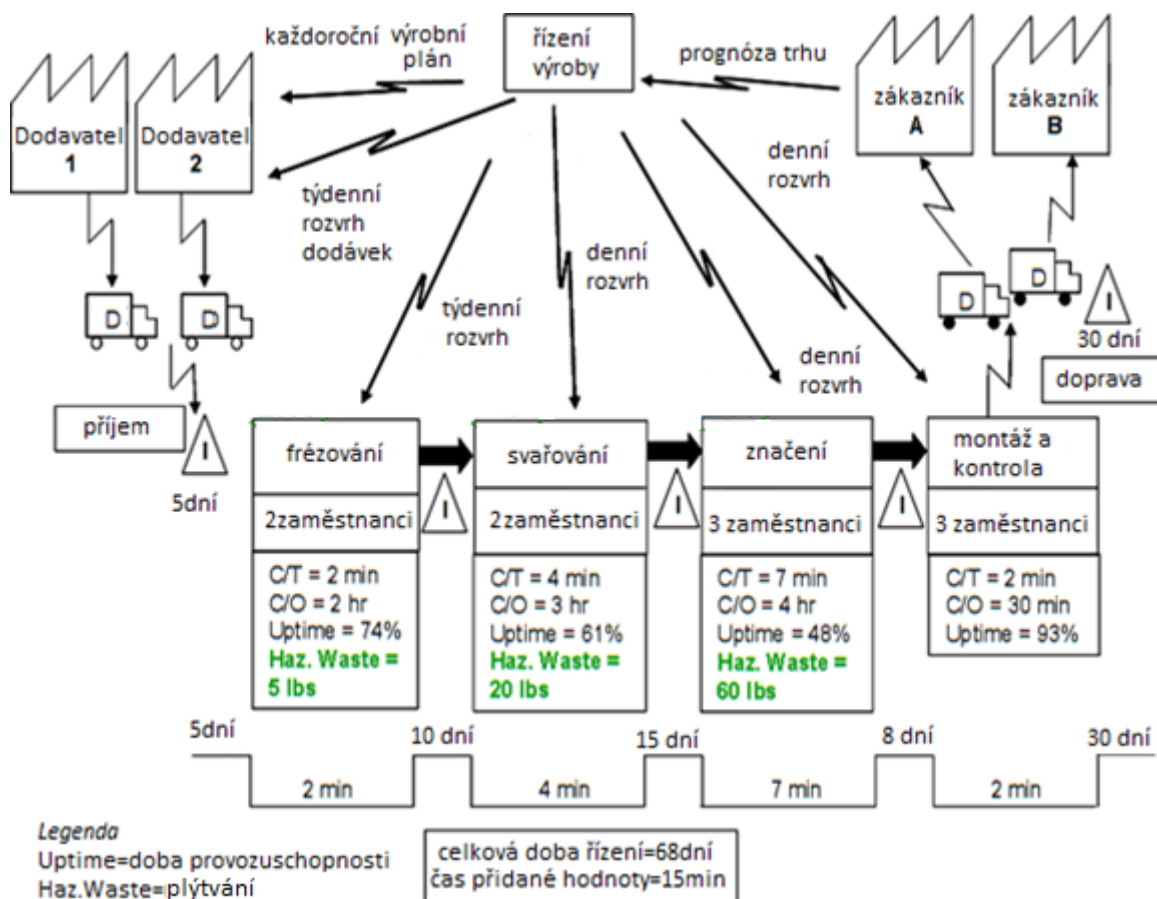
- charakterem výrobku,
- složitostí a technologickou náročností operací,
- výrobním množstvím, velikostí výrobních dávek,
- celkovou úrovní zavedené technologie i dopravně-manipulačních činností,
- plošným a prostorovým omezením,
- návazností na okolní dopravní systém. [8]

2.3 Mapa toku hodnot (VSM)

Mapa toku hodnot, neboli Value Stream Mapping (dále jen VSM) je jednou z mnoha metod zeštíhlování podniků. Tato metoda se používá pro analýzu, vizualizaci a měření plýtvání v celém hodnotovém toku podniku. Využití metody není jen ve výrobě, ale také v ostatních oblastech, jako je logistika, administrativa, či vývoj. Jednoduchost a rychlost je hlavní předností metody managementu toku hodnot, což znamená, že za několik hodin se může pomocí papíru, tužky a gumy získat velmi cenný pohled na plýtvání v podniku (viz Obrázek 8). [3,18]

Využití VSM

VSM se využívá nejčastěji při výrobě s dostatečnou opakovatelností a rovnoměrností, při mapování procesů ve výrobě i mezi podniky a také při mapování průběhu operací a průběhu administrativních a vývojových procesů. Mapa toku hodnot je naopak nevhodným nástrojem pro zakázkovou výrobu nebo pro dlouhé cyklové časy. Dále je tato metoda využívána nejčastěji u produktu, jehož výroba se zavádí nebo u výrobku, u kterého se plánují změny. VSM se kreslí pro klíčový komponent nebo reprezentanta skupiny výrobků, vychází z požadavků zákazníka a materiálový a informační tok je zobrazen v jedné mapě. Parametry procesů jsou měřeny přímo v procesu a materiálový tok je kreslený zleva doprava v jedné linii – ne podle layoutu, naopak informační tok se kreslí zprava doleva. K vytvoření VSM se používají základní značky, které lze vyčíst z Obrázku 9. [2]



Obrázek 8 Mapa toku hodnot (Value Stream Mapping – VSM) [19]

	ruční přenos informací		kaizen akce		elektronický přenos informací
	výrobní proces		zásobník		výrobní plán
	dodavatelé, zákazníci		FIFO sekvence		výrobní mix
	data, parametry procesu		kanban zásobník		kanban pozice
	zásoba		pull – odebrání materiálu		signální kanban
	dodávka autem		obsluha, pracovník		výrobní kanban
	push – tlačení materiálu		oprava, vícepráce		plánování podle situace – „go see“
	dodávka zákazníkovi		zmetky		kanban s dávkami

Obrázek 9 Základní značky pro mapování toku hodnot [2]

Postup implementace VSM

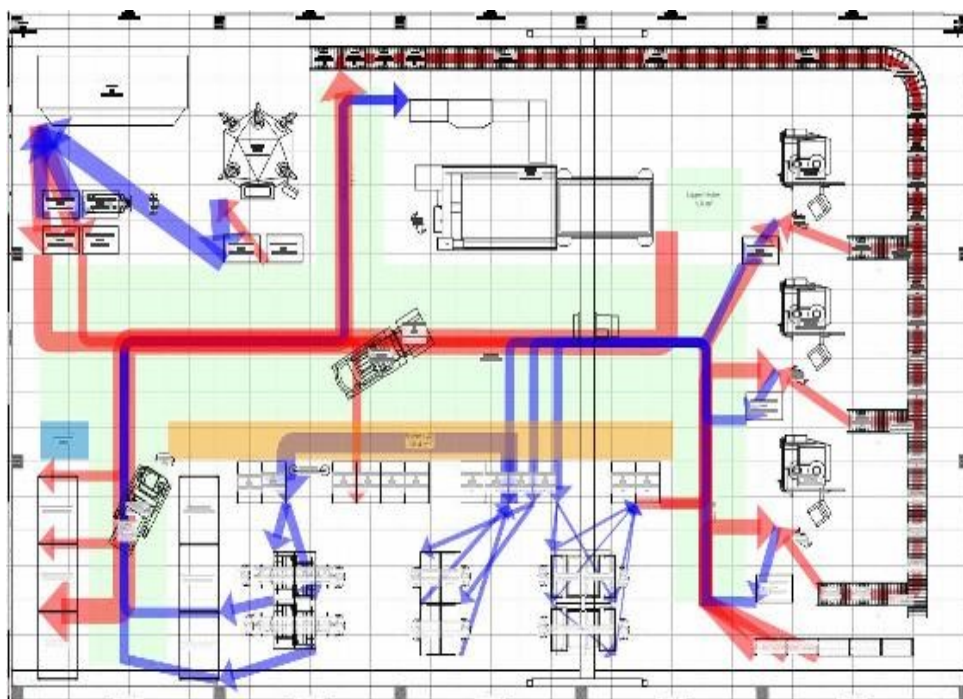
Pro aplikaci mapy toku hodnot se musí definovat tým, vybrat reprezentant z řady produktů pomocí ABC analýzy a vytvořit charakteristický technologický postup. Následně je třeba znázornit současný stav a vypočíst VA index. Dále je potřeba uspořádat workshop ke znázornění budoucího stavu – snaha o integraci procesů, redukci počtu informačních vazeb, zavedení tahového řízení mezi procesy, FIFO zásobníky, vyvážení operací, redukce časů na seřízení, rozvrhování sekvence produktů – heijunka apod.

Při definování budoucího stavu je potřebné zaměřit se na následující okruhy otázek.

- Jaký je čas taktu pro zvolenou skupinu výrobků?
- Mají se hotové výrobky přímo expedovat, nebo se mají uložit do Kanban zásobníku?
- Kde všude se může zavádět plynulý materiálový tok?
- Kde všude se může použít mezisklad, který pracuje jako supermarket pro tahový způsob řízení výroby?
- Ve kterém bodě výrobního řetězce (proces udávající krok) se musí rozvrhnout výroba?
- Jak se bude rozvrhovat výrobní mix na procesu udávajícím krok výroby?
- Jaký konstantní přírůstek práce se může uvolňovat a odvádět na procesu udávajícím krok výroby?
- Jaká zlepšení procesů musejí být vykonána, aby se mohly splnit všechny předchozí návrhy v mapě budoucího stavu? [2,3]







2.4 Sankey diagram

Sankey diagram je grafické znázornění materiálového toku na pracovišti nebo v celém závodě (viz Obrázek 10). Pomocí tohoto diagramu lze vyjádřit i tok pracovníků a to v případě, když se zpracovává návrh příchodu či odchodu pracovníků ze závodu. Podstatná je tloušťka čáry, která vyjadřuje objem manipulovaného materiálu za určitou jednotku času. Délka čáry znázorňuje vzdálenost přepravy a šipka směr. [2] Označování činností a blízkostí v Sankey diagramu je uvedeno v Tabulkách 2 a 3.



Obrázek 10 Sankey diagram [20]

Tabulka 2 Označování činností v Sankey diagramu

OZNAČOVÁNÍ ČINNOSTÍ V SANKEY DIAGRAMU		
Značka	Barva	Druh činnosti, prostoru nebo zařízení
	červená	Operace nebo výroba (montáž podskupin a montáž).
	zelená	Operace nebo výroba (zpracování nebo výroba).
	oranžově žlutá	Činnost týkající se dopravy (příjem, expedice).
	oranžově žlutá	Skladování.
	modrá	Kontrola, zkoušení.
	modrá	Služba (údržba, zdroje, personální služby).
	hnědá	Administrativní prostory nebo činnosti, jež nejsou přímo součástí hlavního prostoru nebo jeho pomocných provozů.
Poznámka: číslo činnosti je vepsáno do značky při zpracování schématu.		
*) není nutná		

Tabulka 3 Označování blízkosti v Sankey diagramu

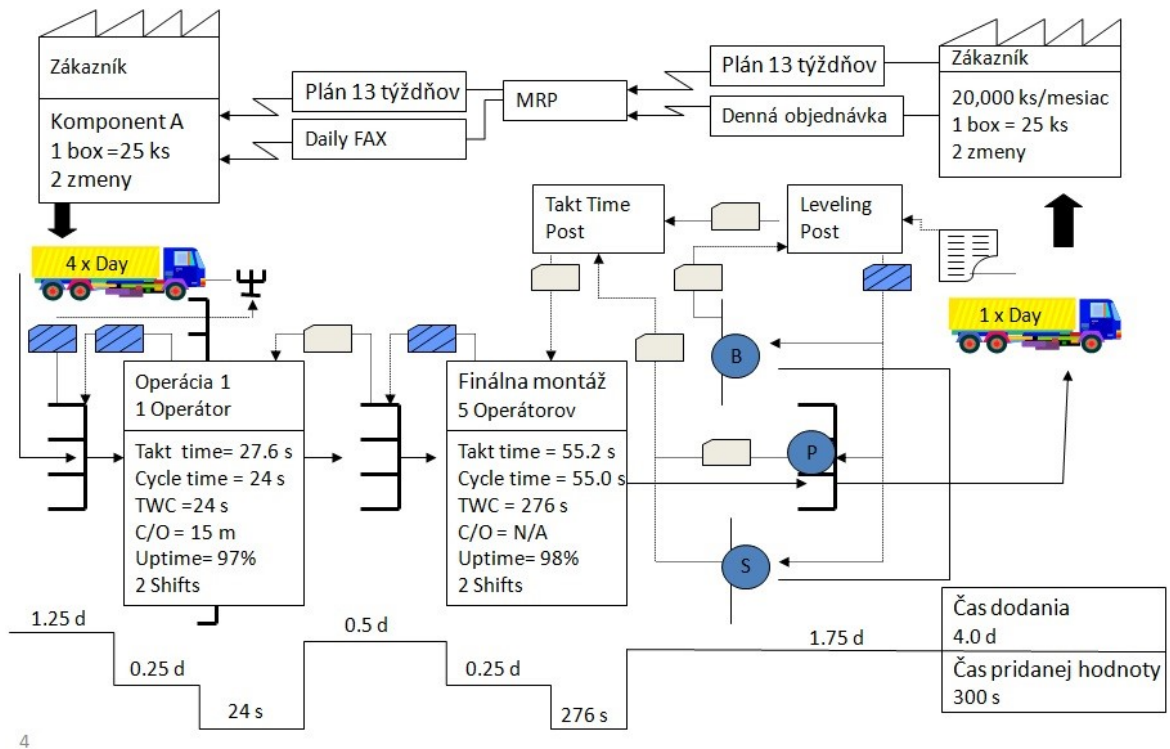
OZNAČOVÁNÍ „BLÍZKOSTI“ V SANKEY DIAGRAMU			
Hodnota	„Blízkost“	Barva *)	Počet čar
A	absolutně nutná	červená	4 přímky
E	eminentně nutná	oranžově žlutá	3 přímky
I	imperativní	zelená	2 přímky
O	obvyklá	modrá	1 přímka
U	už nevýznamná, nedůležitá	–	0
X	škrtá se, nežádoucí	hnědá	1 vlnovka
XX *)	naprosto nežádoucí	černá	2 vlnovky
Poznámka: znaménko mínus za písmenem znamená poloviční stupeň hodnoty; značí se barevnou tečkovanou čarou nebo určitým počtem spojovacích čar. *) není nutná			

2.5 Návrh hodnotového toku (VSD)

Návrh hodnotového toku neboli Value Stream Design (dále jen VSD) vychází z mapy toku hodnot (VSM). VSD diagram (viz Obrázek 11) tak navazuje na návrhy, které byly provedeny ve VSM diagramu. VSD se liší od VSM diagramu tím, že zde výrobní tok probíhá odlišným způsobem, který by měl být efektivnější než ten, který byl použitý u VSM diagramu. Informační toky se u VSD diagramu obvykle nemění, anebo se mění pouze minimálně.

Sestavování VSD diagramu je obdobné jako u VSM, nejdříve jsou zobrazeny informační toky, které by měly být stejné jako u VSM. Následně se určí způsob dopravy materiálu od dodavatele do podniku, poté se sestaví kompletní výrobní proces. Tento proces se sestaví už i se změnami, které byly navrženy ve VSM diagramu. Následuje určení expedice k zákazníkovi a nakonec se stanoví celková časová linie, podle které se vypočítají hlavní veličiny, pro které se diagram zpracovává. Sleduje se i minimální

zlepšení jakéhokoli faktoru. Často se objevují VSD, u kterých byla průběžná doba výroby zkrácena i o polovinu a někdy i více. Kompletní VSD diagram je poté vyhodnocen pracovníky managementu, a pokud zde nenajdou žádná chybná opatření, začne se tento návrh postupně implementovat do výroby. Značení používající se ve VSD diagramu je obdobné jako u VSM diagramu (viz Obrázek 9). [26]



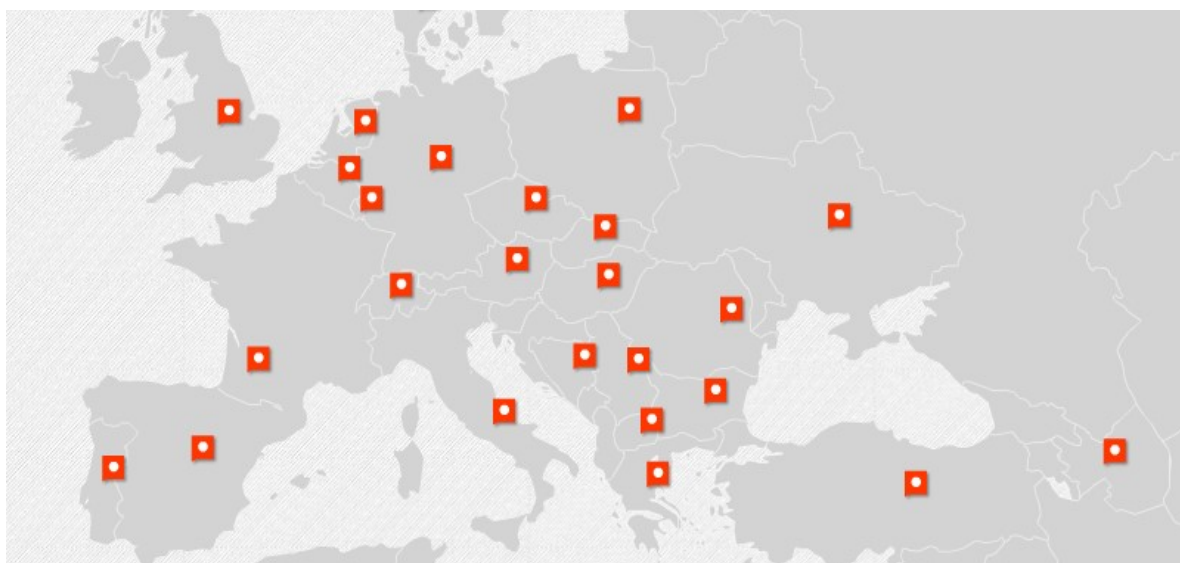
Obrázek 11 Návrh hodnotového toku (Value Stream Design – VSD) [27]

PRAKTICKÁ ČÁST

3 Charakteristika společnosti

3.1 Charakteristika společnosti ArcelorMittal Ostrava a.s.

Společnost ArcelorMittal je předním výrobcem oceli, jejíž pobočky lze najít na 5 kontinentech. Přibližně 38 % produkce ocelí se vyrábí v Americe, 46 % v Evropě a 16 % v ostatních oblastech. V Evropě je společnost zastoupena ve 27 zemích, přičemž hlavní sídlo této společnosti je ve městě Lucemburk v Lucembursku (viz Obrázek 12).



Obrázek 12 Rozmístění dceřiných společností AMO v Evropě, Velké Británii a Asii [12]

ArcelorMittal Ostrava a.s. (dále jen AMO) je největší hutní komplex na území České republiky a patří do největší světové ocelářské a těžařské skupiny ArcelorMittal. Ročně se zde vyrobí 3 miliony tun oceli, které se prodávají do více než 40 zemí světa. ArcelorMittal Ostrava a.s. a její dceřiné společnosti poskytují práci více než 7500 zaměstnancům. [10] Tato diplomová práce se zaměřuje na materiálový tok ve společnosti ArcelorMittal Tubular Products Ostrava a.s., která je jednou z dceřiných společností podniku ArcelorMittal Ostrava a.s.

Firma ArcelorMittal Ostrava a.s. stojí na základech původních Vítkovických železáren, které zde roku 1942 započaly výstavbu svého jižního závodu v Kunčicích a to hlavně v důsledku omezeného rozvoje, vzhledem k umístění ve městě. K osamostatnění došlo až v roce 1951, kdy vznikla Nová Huť Klementa Gottwalda. Roku 1989 došlo ke změně názvu z Nová Huť Klementa Gottwalda na Nová Huť. Zlom nastal

koncem ledna 2003, když Lakshmi Mittal koupil v rámci privatizace Novou Huť a změnil název na ISPAT Nová Huť, a.s. V roce 2004 se opět mění název společnosti na Mittal Steel Ostrava, a.s. a z některých provozů a závodů se stávají dceřiné společnosti. Píše se rok 2006 a Lakshmi Mittal se pokouší o převzetí světové ocelářské dvojky Arcelor. Koncem června tohoto roku se slučují společnosti Mittal Steel a Arcelor a mění se i název ostravské společnosti na současný ArcelorMittal Ostrava a.s. [10]

Závody a dceřiné společnosti ArcelorMittal Ostrava a.s. (viz Příloha M) [1]

1. Koksovna – závod 10
2. Vysoké pece – závod 12
3. Ocelárna – závod 13
4. Válcovny – závod 14
5. Údržba – závod 3
6. Doprava – závod 5
7. ArcelorMittal Engineering Products Ostrava s.r.o.
8. ArcelorMittal Energy Ostrava s.r.o.
9. ArcelorMittal Tubular Products Ostrava a.s.

3.2 Charakteristika společnosti ArcelorMittal Tubular Products Ostrava a.s.

Historie společnosti ArcelorMittal Tubular Products Ostrava a.s.

Historie Rouroven (někdejší závod 15), předchůdce společnosti ArcelorMittal Tubular Products Ostrava a.s. (dále AMTPO), se začala psát dne 21. listopadu 1949, kdy byla vyválnována první bezešvá trubka. Produkce za uplynulých padesát pět let dosáhla téměř 13 miliónů tun bezešvých i spirálově svařovaných trubek a trubkových výrobků. Za tuto dobu prodělal závod 15 bouřlivý vývoj, jehož důsledkem je nejen dominantní postavení na tuzemském trhu, ale velká škála zákazníků zejména mimo území ČR. Důraz v tomto podniku je kladen především na zvyšování jakosti a certifikaci renomovanými společnostmi. AMTPO byl prvním závodem v ČR, který obdržel certifikát Systému řízení jakosti dle ISO 9001. Podnik od prosince 2007 nese název ArcelorMittal Tubular Products Ostrava a.s.

ArcelorMittal Tubular Products Ostrava a.s. (dále jen AMTPO, viz Obrázek 13) je dceřiná společnost ArcelorMittal Ostrava a.s. a je největším tuzemským výrobcem trubek (ročně vyrobeno 320 000 tun bezešvých a svařovaných trubek). Hlavní výroba

se soustřeďuje na bezešvé trubky válcované na dvou tratích Stiefel. Tyto trubky se válcují do konečného stavu hladkého, závitového, přírubového či olejářského. Trubky na tratích Stiefel 4-10" (dále Velký Stiefel) a Stiefel 140 (dále Malý Stiefel) jsou vyráběny jen z předlitků, které jsou plynule odlévány. Dvě tratě pro výrobu bezešvých trubek doplňuje třetí trať - „Svařovna trub“, kde jsou vyráběny svařované trubky se šroubovicovým svarem buď v černém provedení, anebo pro potřeby plynárenství v provedení s třívrstvou izolací. Podnik je vybaven nezbytnou kontrolní a zkušební technikou. Při kontrole jakosti trubek se používá nedestruktivních metod, které garantují požadovanou kvalitu. Hlavními špičkovými výrobky jsou pažnicové trubky s plynotěsným závitovým spojem HSC, odolné proti vnějšímu zborcení a svařované trubky pro plynovody s velmi vysokým tlakem, opatřené vnější polyetylenovou izolací vyztuženou vláknito-cementovou vrstvou. Ostravský ArcelorMittal Tubular Products a.s. ke konci roku 2013 zaměstnával celkem 1030 zaměstnanců. Tento počet ovšem rok od roku pomalu klesá (viz Tabulka 4). [11]

Tabulka 4 Vývoj počtu zaměstnanců v AMTPO

Zaměstnanci	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Dělníci	1038	1018	899	879	879	861	850
Technicko-hospodářští pracovníci	167	178	175	172	178	181	180
Celkem	1205	1196	1074	1051	1057	1042	1030



Obrázek 13 ArcelorMittal Tubular Products Ostrava a.s. [23]

Hlavní výrobky společnosti ArcelorMittal Tubular Products Ostrava a.s.

- bezešvé trubky hladké,
- bezešvé trubky závitové,
- přírubové trubky,
- naftové trubky,
- trubky se šroubovicovým svarem,
- trubkové výrobky.

Struktura společnosti ArcelorMittal Tubular Products Ostrava a.s.

Management podniku AMTPO se skládá z osmi základních útvarů řízení (viz Příloha G).

Tržní potenciál

AMTPO je významným exportérem, dodává své výrobky do všech světadílů – cca 52 zemí světa. Hlavními cílovými trhy jsou: EU-27, USA, země středního východu a severní Afrika. Firma má stabilní postavení zejména na západoevropských trzích, ve Skandinávii i v jižní Evropě. Tuzemský trh je atakován zejména východoevropskou konkurencí, což ztěžuje cenovou konkurenceschopnost. Trh USA je velmi významný, ale nestabilní, kdy období silné konjunktury velice rychle vystřídá pokles trhu až deprese s obrovskými prodejními propady. Jako vyrovnávací faktor působí méně lukrativní trhy středního východu a Afriky, se sice nižší cenovou úrovní díky silné asijské/východoevropské konkurenci a vyššími dopravními náklady, ale poměrně stabilní poptávkou.

Mezi nejvážnější konkurenci lze zařadit: ŽP Podbrezová (SK), nadnárodní TENARIS, ukrajinský INTERPIPE, ruskou skupinu TMK a polský Rurexpol.

Mezi nejvýznamnějšími zákazníky podniku patří: Feron, Benteler, ThyssenKrupp, Cuñado, Ahlsell, St.Gobain, Plockner, Van Leeuwen, Sonatrach, ÖMV Petrom, Kelly Pipe, Knauf Interfer, Gulf Coast Tubulars, Grupa Polska Stal, Adimet. [21]

Produkce bezešvých trubek AMTPO

ArcelorMittal Tubular Products Ostrava vyrábí bezešvé trubky v rozmezí rozměrů od 21,3 mm až po 273 mm. Tabulka 5 znázorňuje vývoj produkce od roku 2008 až do roku 2014. Z této tabulky lze vyčíst, že se globální ekonomická krize promítla i do produkce Tubularu a to hlavně v roce 2009, kdy výroba výrazně klesla jak na Malém,

tak i na Velkém Stieflu. Dále lze zjistit, že se od tohoto období produkce na Velkém Stieflu neustále zvyšuje. Na Malém Stieflu by se křivka produkce v průběhu let podobala sinusoidě.

Tabulka 5 Produkce bezešvých trubek v AMTPO [21]

Válcovací trať	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Velký Stiefel [kT]	159	86	120	141	144	135	154
Malý Stiefel [kT]	97	43	72	78	67	53	63

4 Analýza současného stavu

V této diplomové práci je navržena optimalizace materiálového toku ve společnosti ArcelorMittal Tubular Products Ostrava a.s. Optimalizace je provedena jak na trase mezi Ocelárnou a samotným AMTPO, tak i v hale Příprava vsázky, kde se dělí sochory, které jsou následně zahřívány v karuselových pecích a válcovány v hotové trubky. Na základě metod štíhlé výroby je navržen postup, který jednak zkrátí dobu přípravy vsázky a také ušetří skladové místo ve výrobní hale, popřípadě ušetří pracovní pozice zaměstnanců.

4.1 Řízení výroby

Řízení výrobní dokumentace

Prvotním dokumentem je "Objednávka sochorů a páskoviny na měsíc popřípadě rok s určením dodávky podle jednotlivých dnů (z Ocelárny případně od externího dodavatele)". Z této objednávky vychází "Harmonogram dodávek sochorů na měsíc popřípadě rok".

Řízení výrobního programu

Z harmonogramu vychází jako první podklad s názvem: "Příčná hala neboli hala Příprava vsázky - dělení", který vydává oddělení OP - Plánování AMTPO - ve formě obrazového formátu VAX/IBM pro pracoviště dělení sochorů. "Příčná hala neboli hala Příprava vsázky - dělení" obsahuje údaje o náпichovém sochoru (kusy, průměr sochoru, délka, jakost, číslo zakázky), údaje o sochoru po zpracování (počet dělení - kusů). O kapacitní náplni dělicích zařízení rozhoduje materiálová porada za účasti oddělení Plánování a mistra haly Příprava vsázky.

Řízení výrobních příkazů

Výrobní program se dále promítá do "Příkazové knihy styku", kde mistr střediska vypisuje konkrétní úkoly pro všechny 3 směny. Předáci jednotlivých směn pak přenášejí tyto úkoly na své podřízené.

4.2 Informační tok

Informační tok, co se týče výroby sochorů a trubek, řídí z největší části plánovací oddělení. Plánovací oddělení plánuje a řídí tok vagónů do příčné haly a ven. Mistr haly Příprava vsázky dostává každý měsíc tzv. Kampaň (viz Příloha D), přičemž Kampaň je období zpracování výrobků zpravidla jednoho náпichového rozměru, nebo hotovního

průměru trubek. Dle tohoto dokumentu plánovací oddělení naplánuje následující měsíc přípravu sochorů pro Malý i Velký Stiefel. Informační tok v hale Příprava vsázky je do značné míry závislý na počítačových softwarech WAX a INFO. Těmito softwary jsou vybaveny oba dělicí stroje, tzn. jak pila Linsinger, tak dělicí linka Messer. Na softwary WAX a INFO jsou posílány informace o navážených vagónech a dělení sochorů, které přímo vychází z plánu výroby trubek, dále je do těchto systémů zaznamenáváno uložení jak nadělených, tak ještě nenadělených celých sochorů. Pracovníci na dělicích strojích musí předpřipravit (nadělit) sochory na příslušné délky tak, aby z nich poté mohly být vyválcované trubky. Organizační schéma přípravy materiálu v hale Příprava vsázky je uvedeno v Příloze H.

4.3 Výrobní proces

Překladiště

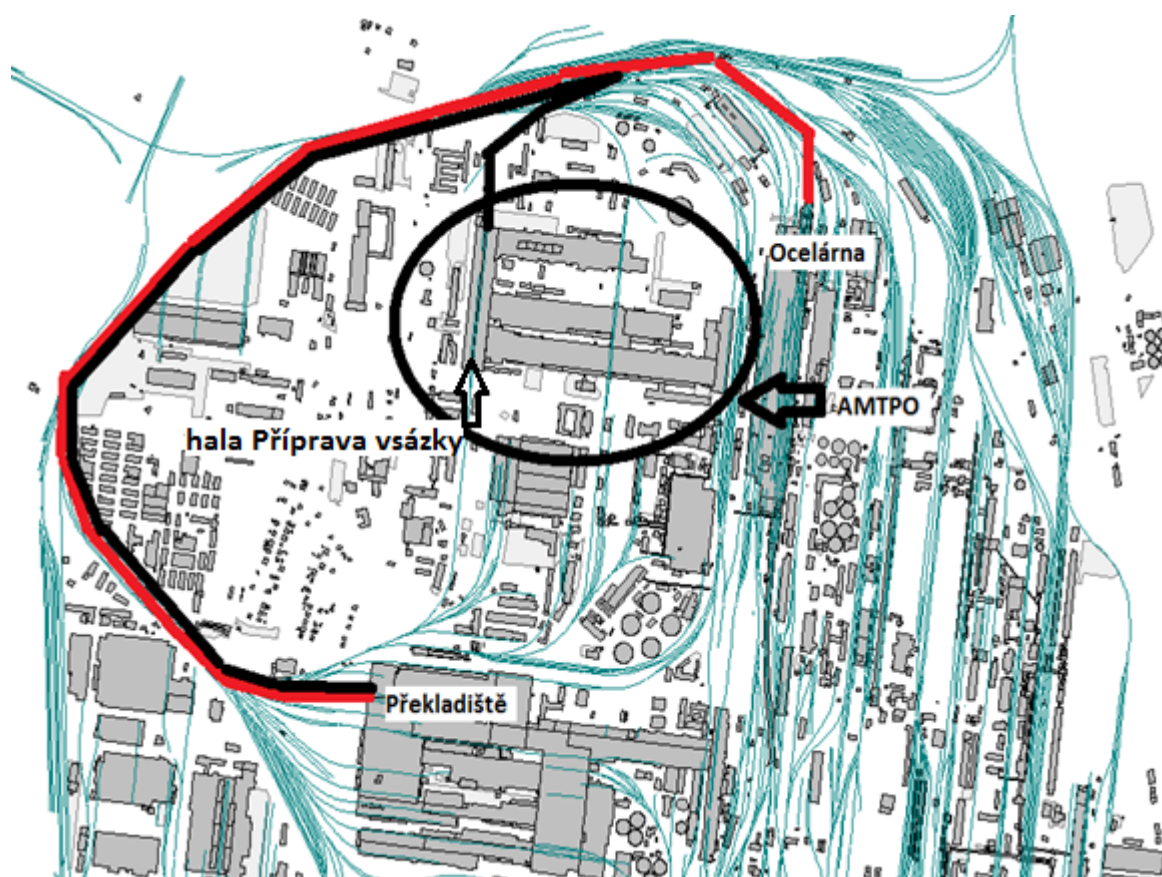
Jak již bylo uvedeno dříve, bezešvé ocelové trubky jsou vyráběny z tzv. sochorů, (viz Obrázek 14). Jakost a materiál sochorů je specifikován v Příloze A. Sochory jsou odlévány v Ocelárně (závod 13 v Příloze M, pohled C), která se nachází v areálu AMO (viz Obrázek 15) a do podniku AMTPO jsou přiváženy pomocí vlakové dopravy (vlaky patří podniku AMO a podnik AMTPO za ně platí stojné a další náklady), přičemž transfer sochorů po odlití v Ocelárně na překladiště je znázorněn na Obrázku 15 červenou barvou. Vagóny se sochory jsou nejdříve odváženy na překladiště a následně jsou přiváženy, dle objednávky do haly Příprava vsázky na 80. kolej (viz Obrázek 16), tento transfer je zaznačen na Obrázku 15 tentokrát černou barvou. Překladiště slouží k uskladnění sochorů, označení jejich tavby a zchladnutí (zchladnutí trvá i 3 dny). Sochory jsou zde uskladňovány z důvodu vytíženosti Ocelárny (AMTPO není jediný odběratel výrobků) do výroby právě probíhající zakázky, což má na starosti plánovací oddělení AMTPO.



Obrázek 14 Sochory [24]

Hala Příprava vsázky

Sochory, které jsou přiváženy z překladiště na vagónech, jsou přistavovány na severní nebo jižní stranu haly Příprava vsázky dle požadavku směnového předáka. Sochory jsou naváženy jeřábem přímo na výběžné rošty dělicích linek, nebo se ukládají do jednotlivých skladovacích míst (podle plánování), popřípadě v paletách vyváženy ven do venkovních skladů. Po nadělení na základní délky jsou sochory vytříděné, označené identifikačními kódy a svazkované. Dobré sochory jsou odeslány na sázečí rošty tratí a následně vkládány do Karuselových pecí (viz Příloha F), nebo do skladu. Sochory určené k zmetkování z důvodů vnitřních, povrchových vad, případně podkročení tolerancí délky jsou uloženy na zmetkový rošt. Celý výrobní postup je doložen v Příloze E.

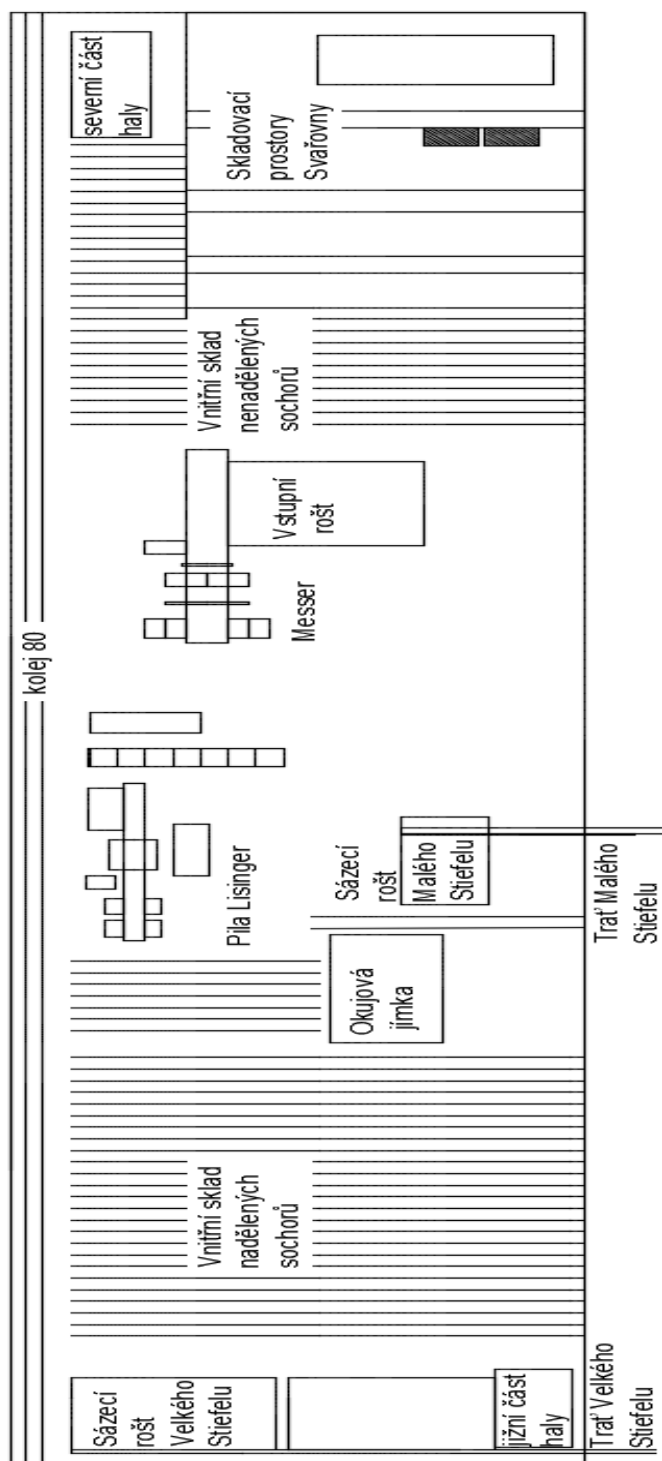


- Doprava z Ocelárny na překladiště**
- Doprava z překladiště do haly Příprava vsázky**

Obrázek 15 Transfer sochorů po odlití v Ocelárně [21]

Hala Příprava vsázky (viz Obrázek 16), se dělí na tři části. Severní část haly slouží k přípravě pásového materiálu pro další výrobu svařovaných trubek, uprostřed haly jsou situovány sklady celých sochorů a dělicí zařízení pila Lisinger a pálicí linka Messer

(viz Příloha B). Nemalý prostor jižní části haly zabírají sklady nadělených sochorů připravených sázet na rošt pecí Malého i Velkého Stieflu a samotné rošty pecí. Balíky sochorů přivezené vlakovou dopravou z překladiště jsou ukládány do skládek (viz Obrázek 17) v prostoru haly Příprava vsázky (vnitřní sklad), nebo skládány do palet (viz Obrázek 18), ve kterých jsou vyváženy obkročným vozidlem do dvou venkovních skladů, které se skládají z devíti sektorů v okolí AMTPO (viz Příloha C).



Obrázek 16 Schéma haly Příprava vsázky v areálu AMTPO



Obrázek 17 Skládky v hale Příprava vsázky



Obrázek 18 Palety ve venkovních skladech

Po každé výměně vagónů (viz Obrázek 19) provede směnový předák soupis přistavených vozů do vagónové knihy, zkontroluje údaje ložného listu s fyzickým stavem, provede kontrolu značení sochorů dle dodacích podmínek, nahlásí čísla vozů na dispečink a nahraje čísla vozů do počítačového systému VAX/IBM. Provede měření délek sochorů. Vyložené vozy nahlásí vždy před výměnou vozů na konci směny na dispečink (čísla vyložených vozů průběžně maže z počítačového systému VAX/IBM).



Obrázek 19 Vagony se sochory v hale Příprava vsázky na 80. koleji

Na základě příkazu směnového předáka provádí pracovníci přípravy vsázky skládání sochorů (z vozů a palet) na patřičná místa (sklad, sázecí rošty) pomocí mostových jeřábů nacházejících se uvnitř haly (hala Příprava vsázky disponuje třemi jeřáby). Před skládáním je provedeno ověření údajů z ložného listu VAX/IBM (počet kusů, tavba, jakost, rozměry) s fyzickým stavem. Údaje o manipulaci se sochory jsou vyslány do VAX/IBM, kde je uveden počet kusů a kód pracoviště, nebo skladového místa. Palič, nebo strojník pily (dle pracoviště) před dělením provede kontrolu sochorů (tavba, jakost, rozměry, počet kusů) připravených k dělení s údaji na obrazovce v systému VAX/IBM. Po provedení prvního řezu provede palič, nebo strojník pily, kontrolu skutečné délky sochoru. Dle potřeby provede palič úpravu nastavení zarážky případně seřízení hořáků. Následně sochory dělí podle potřeby pozdější výroby trubek.

Třídíč a skladač po naplnění kapsy, která je součástí pálicí linky Messer, při respektování ucelenosti tavby, nosnosti jeřábu, oddělení průměru a délky, popíše čela sochorů (viz Obrázek 20 – čela popíše délkou a průměrem oddělených sochorů, jejich tavbou a jakostí, popřípadě počtem), vyveze sochory jeřábem, sváže dráty a odešle balíky na sázecí rošty tratí nebo k uložení do skládek, případně palet. Přípravář vsázky balík uloží na sázecí rošty tratí, do vyhrazených skládek, nebo na paletu, kontroluje evidenci se skutečným stavem a eviduje pohyb sochorů v řídicím systému VAX/IBM. Manipulace se sochory (příjem do skladu, výdej ze skladu, přemísťování mezi jednotlivými skladovými místy) se provádí na základě rozhodnutí materiálové porady s OP - plánování, příkazem mistra střediska přípravy vsázky a mistra dopravního střediska, vycházejícího

z programů válcovacích tratí pro jednotlivé dny. Vlastní provádění manipulace řídí a organizuje předák směny. Základním pravidlem pro skladování sochorů je udržení ucelenosti tavby. O každé manipulaci musí být veden záznam v řídicím systému VAX/IBM.

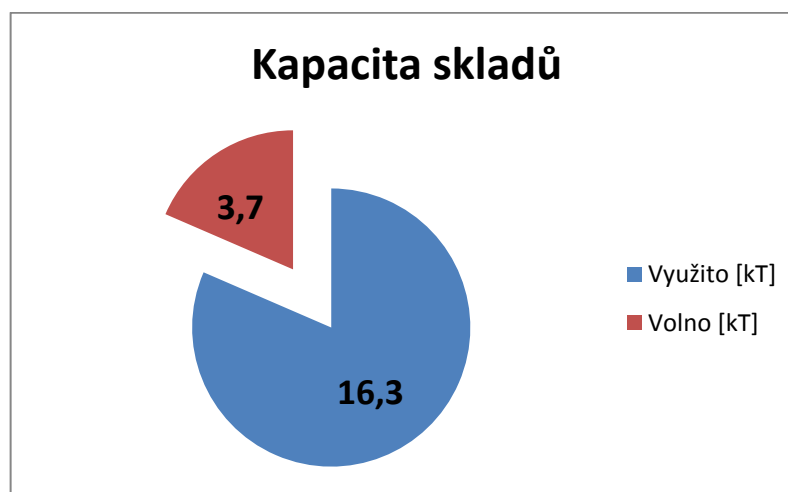


Obrázek 20 Popis čela sochorů v hale Příprava vsázky

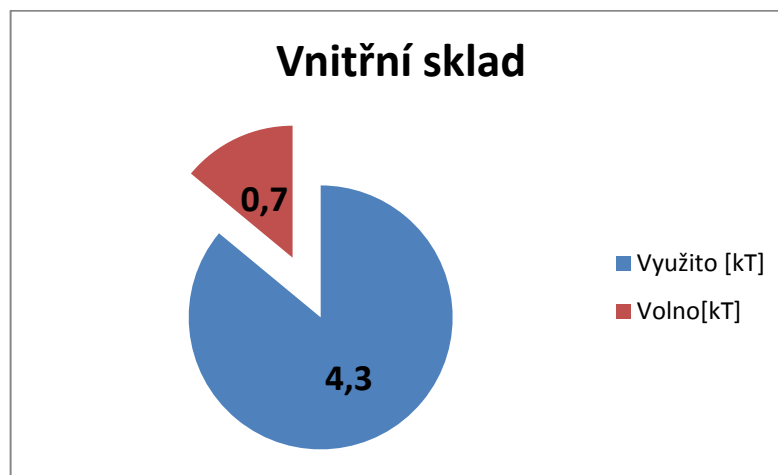
Využití skladů v hale Příprava vsázky

Mistr haly Příprava vsázky má k dispozici 3 možné sklady o celkové kapacitě 20 kT (viz Graf 1). Dva z těchto skladů jsou situovány venku (viz Příloha C) a jeden je umístěn uvnitř haly (viz Obrázek 16).

Graf 1 Celková kapacita skladů



Graf 2 Kapacita vnitřního skladu



Jak již bylo zmíněno dříve, do haly jsou sochory přiváženy vlakovou dopravou a pomocí jeřábů naskladněny uvnitř haly nebo naváženy obkročnými vozidly (viz Obrázek 21) do venkovních skladů, ze kterých jsou v případě potřeby zpátky naváženy na rošty dělicích linek. Kapacita vnitřního skladu haly (viz Graf 2) je omezena pásovými sítky, které jsou hlavním polotovarem pro výrobu svařovaných trubek.

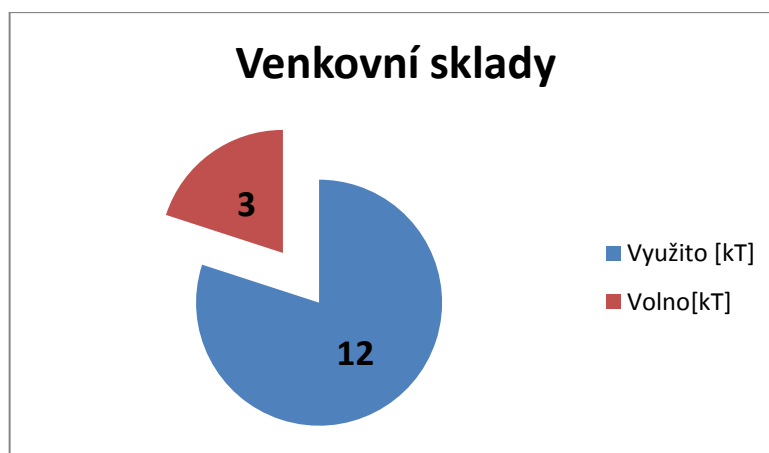


Obrázek 21 Obkročné vozidlo [21]

Z Přílohy C je patrné, že venku se nacházejí 2 sklady, které jsou situovány poblíž haly Příprava vsázky. Tyto sklady jsou dostupné pouze obkročným vozidlům, které manipulují

s paletami, na nichž jsou umístěny nenadělené sochory. Kapacitu venkovních skladů popisuje Graf 3.

Graf 3 Kapacita venkovních skladů



4.4 Kontrola a zkoušení

Předák a pracovník haly Přípravy vsázky ověřují dle údajů ložného listu, zda odpovídají skutečnosti na voze. Hlavními sledovanými údaji o sochorech jsou - číslo položky, jakost, číslo tavby, průměr, délka, počet kusů, hmotnost (prováděno u 100 % dodávek). Údaje o sochorech jsou uvedeny v počítačovém systému VAX/IBM a následně pak v počítačových sestavách. Neidentifikovatelné sochory s nečitelným, nebo sporným značením tavby jsou z dodávky vyloučeny a budou předmětem reklamačního řízení. Ověření povrchové jakosti se provádí předákem jen namátkově. Důsledné ověření se provádí na sázecích roštích válcovacích tratí. Ověření délky dodaných sochorů je prováděno ihned po přistavení vagónů, v případě ohrožení bezpečnosti (nedostatek místa na vagónu), až při skládání sochorů z vagónu na paletě, nebo roště. Sochory, jejichž délka je mimo tolerance, se označují na čele křížkem mastnou křídou. Předák zapíše do PC: tavba, průměr, jakost, objednaná délka, počet ks v dodávce a naměřené hodnoty délky. Ověření průměru a kvality provádí pracovník na požadavek technologa provozu. Naměřené údaje jsou zapsány do PC.

Délka dělení - je základní délka předepsaná programem dělení. Povolena mezní úchylka délky nadělených sochorů je -10/+10 mm s tím, že poslední kusy ze štábu budou (pokud v Programu dělení není uvedeno „přesné dělení“) naděleny s tolerancí -50/+20 mm (svazkovat odděleně). Balíky těchto sochorů se sadí spolu s balíky přesných sochorů. Ověření základní délky se provádí svinovacím kovovým dvoumetrem a to ihned po prvním řezu po změně délky dělení. První ověření je nutno provést ihned po převzetí stroje po předcházející směně. Další ověření se provádí namátkově minimálně 3x za směnu.

Ověření kolmosti upáleného čela se provádí přiložením kovového úhelníku a odměřením kovovým metrem. Ověřuje se vždy na začátku směny a v průběhu směny ještě 1x. Ověření je rovněž prováděno po výměně pistole nebo trysky pálicího stroje. Ověření křivosti se provádí přiložením ocelové struny a to pouze v případě viditelného překročení křivosti. Při extrémním výskytu odchylek od povolených hodnot nadělených sochorů jsou naměřené údaje uvedeny v Příkazové knize styku. Běžně slouží jen k nastavení stroje. Opotřebením zubů pilového listu se ověřuje vizuálně při zaregistrování zvýšeného kolísání řezného odporu.

4.5 VSM diagram

Pro zmapování současného stavu haly Příprava vsázky byla použita Mapa toku hodnot VSM, která slouží i jako přehledný grafický nástroj. V hale je třisměnný nepřetržitý provoz, normou je pouze dáno, že za směnu by mělo být vyloženo 7 vagonů s tím, že primární je včas sázet nadělené sochory do pecí Malého a Velkého Stiefelu. Diagram byl sestaven proto, aby vizualizoval celý proces od navedení materiálu vagóny do haly, až po odepnutí materiálu na roštích pecí v jižní části haly. Tato práce se nezabývá kompletní výrobou trubek, ale pouze přípravou, dělením vsázkového materiálu (sochorů), proto VSM diagram není vytvořen z celého výrobního procesu, ale jen v hale, kde se tyto sochory připravují. VSM diagram (viz Příloha I) je zaměřený na zaměstnance (operátory), kteří napomáhají pomocí strojů a nástrojů v hale, dopravit a nadělit sochory na rošty pecí Velkého a Malého Stiefelu. Diagram byl sestaven pomocí technologického postupu výroby a námětů mistra haly Příprava vsázky. Plánování v hale se provádí systémem VAX/IBM a INFO (viz kapitola 4.1 Řízení výroby), do těchto systémů jsou vkládány informace Plánovacím oddělením. Toto oddělení získává a plánuje výrobu Velkého a Malého Stiefelu a podle toho poté plánuje a řídí dělení v hale Příprava vsázky. Ze systému VAX/IBM jsou poté informace rozděleny do jednotlivých úseků výroby a navážení. Systém VAX/IBM funguje také jako databáze sochorů, které jsou uskladněny jak ve vnitřních a venkovních skladech haly Příprava vsázky, tak také pro sochory uložené na překladišti. Jednotlivá oddělení v hale jsou do diagramu VSM zaznačena do příslušných polí a vazby mezi nimi jsou znázorněny šipkami. Jednotlivé sochory procházející halou jsou přepravovány buď jeřábovou dopravou (mezi skládkami a stroji na dělení), nebo jsou ven vyváženy obkročnými vozidly, anebo jsou dopravovány v rámci dělicích strojů válečkovými dopravníky.

Důležité bylo správně vybrat klíčového zastupitele výrobků, jehož materiálový tok bude znázorněn na VSM diagramu. V této práci je zvolen sochor průměru 210 mm, který

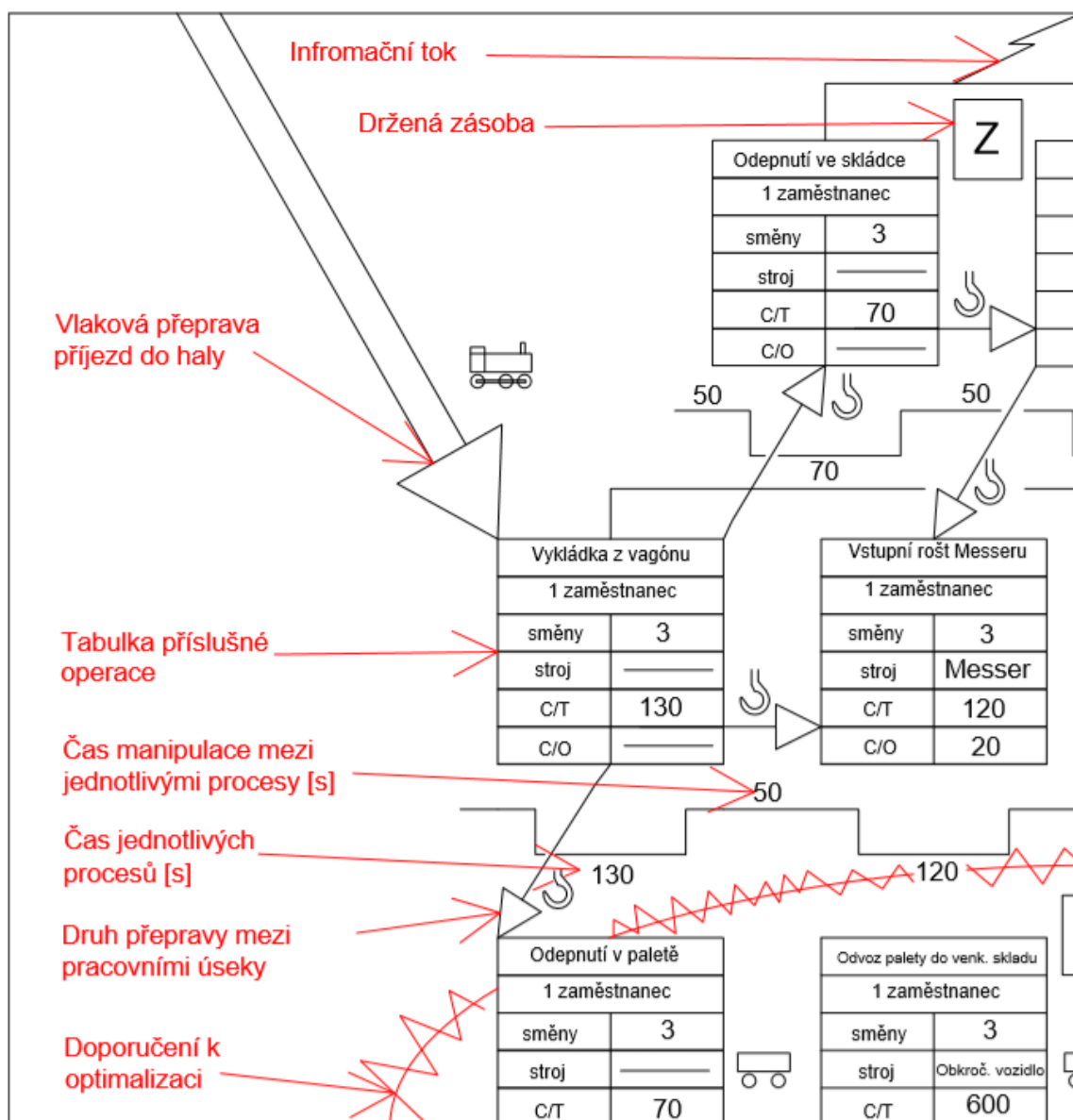
je nejčastějším výrobkem procházejícím halou. Podle vnitřních zdrojů AMTPO projde halou Příprava vsázky ročně cca 180 kT sochorů o průměru 210 mm (viz Tabulka 6). U většiny diagramů se volba klíčového zastupitele provádí pomocí ABC analýzy, či jiných metod, ale v tomto případě byl klíčový výrobek jasně dán objemem roční produkce.

Tabulka 6 Roční produkce sochorů (nejčastější výrobky)

Produkce sochorů	Malý Stiefel		Velký Stiefel	
Nejčastější výrobní průměry [mm]	φ 130	φ 160	φ 160	φ 210
Objem výroby [kT/rok]	62	62	30	180

Ve VSM diagramu má každá operace svou samostatnou tabulku, do které se vepisují informace jako: název operace, počet zaměstnanců provádějící tuto operaci, počet směn provádějící operaci, stroj, na němž je operace vykonávána, celkový čas, čas seřízení atd. Každá tabulka operací v diagramu je jiná pro odlišné výrobní či logistické toky. Záleží pouze na autorovi jaké informace, nejlépe usnadňující vizualizaci toku do diagramu uvede. Mezi tyto tabulky se následně zapisují stavy zásob či doprava mezi následujícími operacemi. Po zapsání všech zásob a manipulujících činností mezi jednotlivými operacemi, následuje značení způsobu dopravy ke konečnému subjektu, v tomto případě ke Karuselové peci. Poté je třeba zobrazit časovou linii pod tabulky jednotlivých operací. Závěrečným krokem vizualizace VSM diagramu je zobrazení informačních toků, které ovlivňují výrobní či logistický proces. Cílem mapy toku hodnot je poznat proces a analyzovat veškeré ztráty, které během něj nastanou.

Ukázkou VSM diagramu byl zvolen výřez na Obrázku 22, na kterém jsou zvýrazněny a popsány všechny důležité informace, které jsou k pochopení diagramu potřeba. Červená barva znázorňuje popisky, vysvětlivky a návrhy optimalizací a černou barvou je zobrazena samotná část diagramu. V tomto výřezu je zachycena jak část tabulek jednotlivých operací, umístění zásob na pracovišti, způsob přepravy do haly i mezi operacemi v hale, tak i časy určené pro dopravu mezi jednotlivými operacemi a také časy jednotlivých operací. Další informací, kterou tato část diagramu podává je místo v procesu, kde je možné optimalizovat materiálový tok (vyznačeno červenou elipsou). Značky a symboly použité v diagramu jsou uvedeny v samotném diagramu vpravo dole (viz Příloha I).



Obrázek 22 Výřez z VSM diagramu

Zásoby

Zásoby nedělených sochorů (ukládány do skládek a do palet) slouží pro předzásobení materiálu v případě poruchy či zpoždění dodávek sochorů z Ocelárny. Tyto zásoby určuje oddělení plánování a z velké části jsou závislé na Ocelárně a její produkci s tím, že jsou sochory odlévány v určitém množství, které by se mělo blížit konečnému množství vyrobených trubek. Ocelárna neslouží pouze pro odlévání sochorů pro AMTPO, ale má ještě další zakázky, proto musí Oddělení plánování plánovat odlévání i na měsíc dopředu (záleží ovšem na důležitosti a akutnosti zakázek). Sochory musí být skladovány podle jakosti průměru tavby a délky. Zásoby nadělených sochorů, které předzásobují Malý i Velký Stiefel, jsou skladovány ve skládkách převážně v jižní části haly. Slouží jako pojistné zásoby v případě poruchy na dělicích zařízeních nebo z důvodu jiného zpoždění.

Operace materiálového toku

Jak již bylo zmíněno výše VSM diagram slouží pro vizualizaci materiálového toku. Firmy si ho vypracovávají především proto, aby odhalil sebemenší ztráty ve výrobním procesu. VSM diagram je složený tak, aby byl tok materiálu halou Příprava vsázky zřetelný, první operací v hale je vyložení z vagónu, u kterého musí být přítomen jeden operátor (zaměstnanec). Na tuto operaci navazují další operace a tok materiálu se v tomto místě rozbíhá do třech proudů - odepnutí v paletě, odepnutí ve skládce a poslední možností je, že je materiál posílán rovnou na vstupní rošt pálicí linky Messer. Z těchto operací je nejčastější ta, že je materiál poslán do skládky, následuje operace kdy je materiál vyložen do palety a odvezen do venkovních skladů a operace, kdy jsou sochory přímo navezeny na vstupní rošt Messeru, se vyskytuje pouze sporadicky, ovšem ve VSM zakreslena být musí. Dalším místem, kde se materiál rozkládá do dvou proudů je potom, co jsou sochory napáleny, popsány a svázány, tehdy jsou buď posílány do skládek vnitřních skladů, nebo jsou naváženy přímo na vstupní rošt Karuselové pece. Navážení na rošt pece ihned po napálení se ve výrobním procesu objevuje tak jednou týdně, ovšem i tato návaznost je možná a proto je zakreslena do VSM diagramu.

Časy operací

Časy operací a manipulací mezi nimi jsou uvedeny pod tabulkou v tzv. časové linii. Tyto časy ovšem nelze přesně určit z toho důvodu, že je ovlivňují faktory jako jsou schopnosti a zkušenosti jeřábníků a vazačů (operátorů oprávněných využívat jeřáby), obsazenosti a vytíženosti jeřábů a také míra obtížnosti manipulace se sochorou ve skládkách a paletách. Dalším důvodem proč časy nelze přesně určit je, že do těchto časů nejsou započítány časy držení zásob (viz bod Zásoby). Na této časové linii jsou zobrazeny časy, které jsou z výše uvedených důvodů pouze orientační. Ideální materiálový tok by na základě těchto časů od navezení sochorů vlakem, až po sázení na rošt pece v jižní části haly trval 1 235 s. Do tohoto celkového času nebyl připočítán čas, který stráví zaměstnanec odvážením palet se sochorou do venkovních skladů (ve spodní části VSM diagramu), neboť tyto operace se dějí zároveň s materiálovým tokem a to znamená, že nezvyšují čas materiálového toku.

Pracovní pozice

Tento diagram je zaměřený na pracovní pozice a jasně zobrazuje ty pozice, které jsou v materiálovém toku navíc. Zároveň je třeba upozornit, že sice ve VSM diagramu je u každé operace zaznačený jeden zaměstnanec, ovšem v reálu to tak není a počet zaměstnanců na každou operaci je proměnlivý (většinou jeden zaměstnanec dělá 2 operace), záleží na době za jakou zaměstnanec tu, či onu operaci vykoná. Nejčastější možností je ta, že z vagonu vykládá jeden zaměstnanec, další se stará o skládání a to buď do skládek na nenadělené sochory, nebo do palet, které jsou odváženy do venkovních skladů, anebo se stará o vykládání na roštu pálicí linky Messer. Další zaměstnanec odváží obkročným vozidlem palety do venkovních skladů. Další dva zaměstnanci se starají o dělení sochorů, první je palič, který dělí sochory a druhý tyto sochory popisuje, váže do drátů a posílá dalšímu zaměstnanci, který je buď ukládá do skládek nadělených sochorů anebo je vkládá na rošt Karuselové pece. Z toho vyplývá, že celý materiálový tok vybraného sochoru průměru 210 mm doprovází šest zaměstnanců a další tři jeřábníci, kteří se nevěnují pouze tomuto toku.

4.6 Sankey diagram

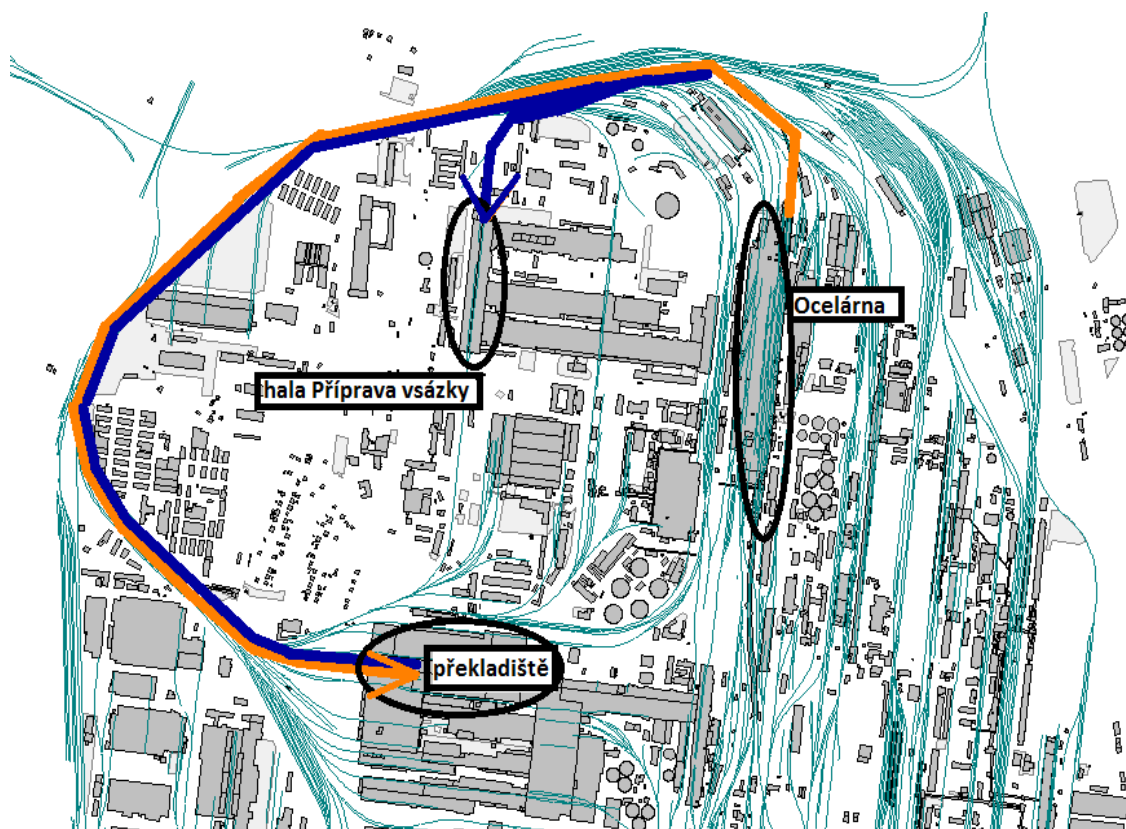
Sankey diagram graficky znázorňuje materiálový tok. Tento diagram lze použít jak na jednom pracovišti, tak i v celém závodě. V této diplomové práci je diagram použit pro oba dva případy. První Sankey diagram zobrazuje materiálový tok z Ocelárny do AMTPO, druhý popisuje tok materiálu přímo v jedné z hal podniku AMTPO.

Jednoduchý Sankey digram zobrazen na Obrázku 23 popisuje dopravu odlitých sochorů, které se vyrábějí v Ocelárně podniku AMO, do podniku AMTPO, kde jsou následně upravovány a válcovány na hotové výrobky – trubky jak již bylo popsáno výše v kapitole 4.3 Výrobní proces. Sochory odlité v Ocelárně musí urazit cestu na vagonech nejdříve na překladiště (oranžová trasa), kde jsou vyloženy (probíhá naskladnění a zchlazení), následně jsou požadované sochory naloženy opět na připravené vagony a odtud jsou dopraveny vlakovou dopravou do haly Příprava vsázky podniku AMTPO (modrá trasa). Časy a vzdálenosti toku jsou vyobrazeny v Tabulce 7 (časy jsou ovlivněny faktory jako doprava, počet vagonů atd.). Sochory vyrobené v Ocelárně jsou přivezeny na překladiště, kde jsou určitou dobu (dle potřeby) uskladněny a poté přiváženy do haly Příprava vsázky. Podle plánovacího oddělení je Ocelárna schopna vyprodukovat až 3 kT sochorů denně, ovšem vyrábí se dle potřeby a v současné době je z překladiště denně

vyváženo asi 1000 tun sochorů. To znamená, že v průměru je naskladněno do haly Příprava vsázky zhruba 330 tun sochorů za směnu. Objem toku je závislý na skladovacím místě haly a je proměnlivý s tím, jak se mění výroba na Malém a Velkém Stiefelu. Z Tabulky 7 je patrné, že sochory musí po odlití v Ocelárně a přeložení na překladišti, než dorazí do haly Příprava vsázky urazit vzdálenost 7 430 metrů.

Tabulka 7 Vzdálenosti materiálového toku z AMO do AMTPO

	Délka [m]	Čas [min]
Oranžová trasa	3660	120
Modrá trasa	3770	90



Obrázek 23 Sankey diagram pro materiálový tok z AMO do AMTPO

Sankey diagram, který je znázorněn v Příloze J zobrazuje materiálový tok (hlavně z pohledu používané dopravy) uvnitř podniku AMTPO - tok v hale Příprava vsázky. Tento materiálový tok přichází na řadu po přivezení vagonu do haly (viz Obrázek 23). V hale Příprava vsázky je materiál zkontrolován a následně vyložen, v tomto okamžiku má mistr haly na starost naplánovat, který vyložený materiál bude rovnou skládat na vstupní rošt pálicí linky Messer, který bude skládat do skládek uvnitř haly (kde je ovšem omezená

kapacita a celý přivezený náklad by se sem nevešel), a který bude složen do palet a odvezen obkročnými vozidly ven do venkovních skladů (viz bod 4.3 Výrobní proces).

Příloha K zobrazuje Sankey diagram z pohledu důležitosti a vzdálenosti materiálového toku uvnitř haly. Tento diagram byl sestaven na základě výrobního postupu uvnitř haly Příprava vsázky a zobrazuje vzdálenosti, které musí materiál urazit mezi jednotlivými pracovišti. Vzdálenosti byly měřeny tak, aby zobrazily co nejmenší nutný pohyb, který musí materiál urazit od navezení na kolej 80 až po nasázení do Karuselové pece Velkého Stiefelu. Vzdálenosti jsou orientační a mohou se měnit v závislosti na místě přistaveného vagonu a na umístění skládky, do které je nadělený i nenadělený materiál ukládán. Z diagramu lze také vyčíst důležitost toku, která byla určena na základě nutnosti skladovat připravený materiál před i po nadělení v hale.

5 Návrh řešení

Návrhy řešení byly konzultovány se zaměstnanci managementu, kteří velmi dobře znají výrobu trubek v AMTPO, kteří tuto výrobu řídí a podílejí se na správném a včasném řízení materiálového toku od nakoupení sochorů z Ocelárny podniku AMO až po prodej hotových trubek z podniku AMTPO. Těmito pány jsou ředitel pro techniku, vedoucí úseku plánování a mistr haly Příprava vsázky.

Na základě analýzy současného stavu, která byla provedena pomocí VSM a Sankey diagramů byly zjištěny ztráty, které se vyskytují jak v materiálovém toku z Ocelárny do haly Příprava vsázky, tak přímo v hale Příprava vsázky.



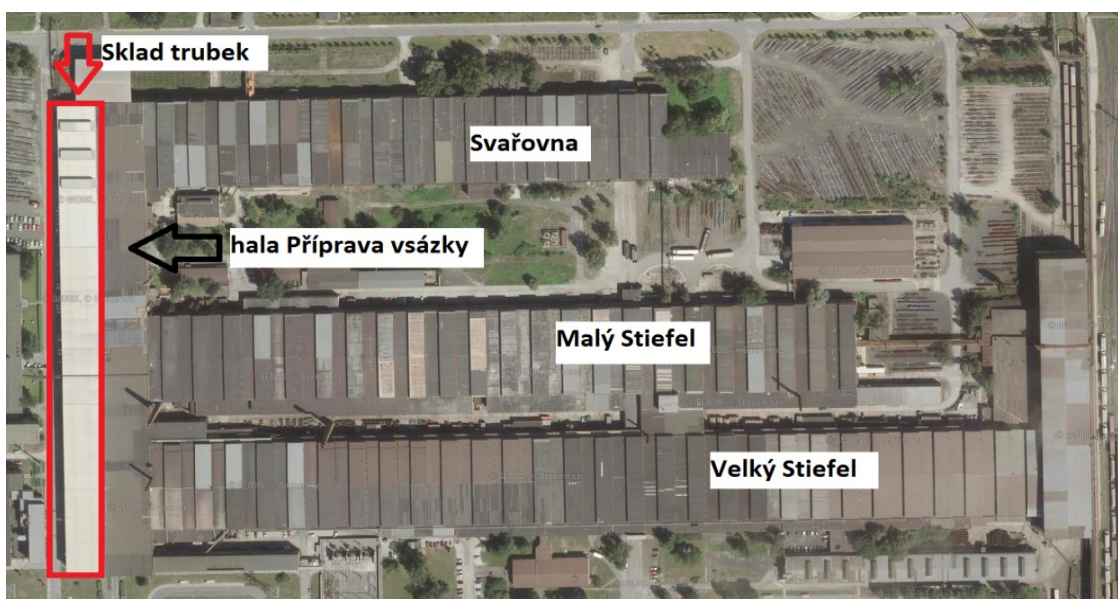
Obrázek 24 Přesuny vyrobených trubek do skladu z Malého a Velkého Stiefelu

První návrh

První návrh, který je dále rozdělen na dvě varianty se týká dodávky materiálu z Ocelárny do podniku AMTPO. Ze Sankey diagramu zobrazeného na Obrázku 23 je zřetelná trasa, kterou musí vlak s vyrobenými sochorami urazit, než se dostane na překladiště, délka trasy je 3 660 metrů, a zpět do haly Příprava vsázky dalších 3 770 metrů. Celková délka trasy, kterou vagony se sochorami z ocelárny urazí, než se dostanou do haly Příprava vsázky, je tedy 7 430 metrů. Celková doba této manipulace je 210 minut. Jednou z variant by bylo určit překladiště, které je v blízkosti haly, tím by byl snížen čas dopravy do haly a ušetřeny náklady na dopravu. Další možností je skladovat sochory přímo v hale Příprava vsázky, kde by musel být upraven prostor tak, aby se zde sochory vešly.

První varianta se týká možnosti haly, která sousedí s halou Příprava vsázky. Je to sklad 740 a skladují se zde hotové vyrobené trubky, které jsou dováženy vlakovou dopravou z Malého i Velkého Stiefelu (viz Obrázek 24). Sklad 740 se nachází hned vedle haly Příprava vsázky (viz Obrázek 25 a Obrázek 26) a doposud slouží jako sklad vyrobených

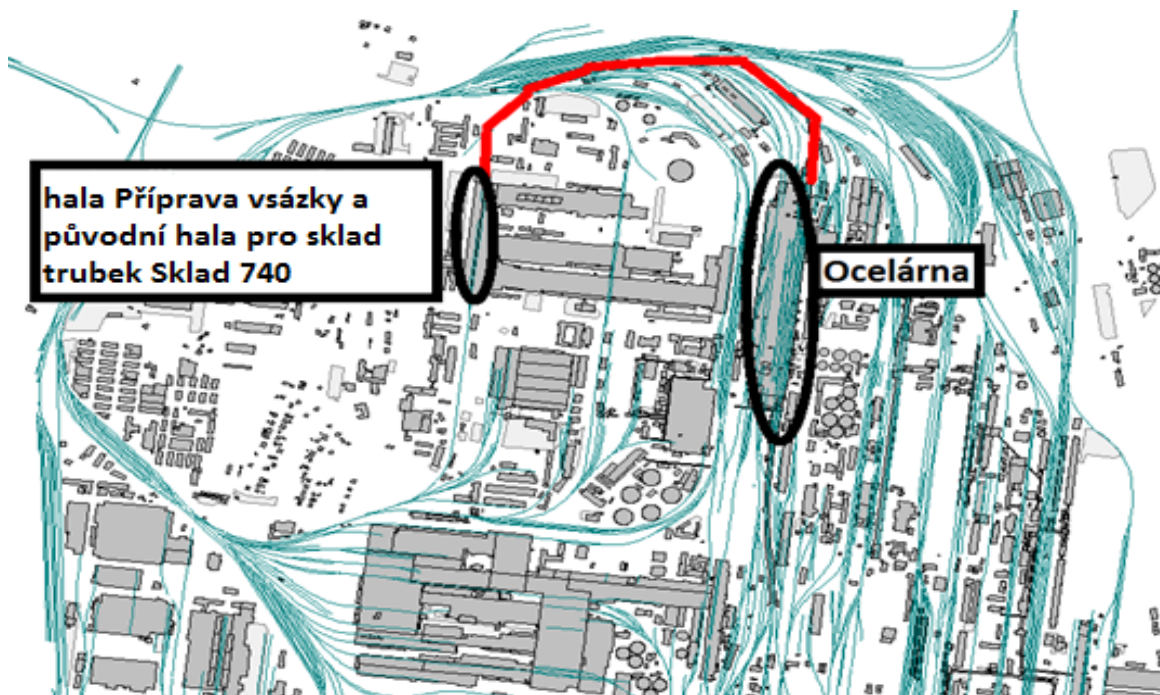
trubek z Malého i Velkého Stiefelu. Sklad 740 má dostatečnou kapacitu (9 000 m² a vešlo by se sem 56,7 kT materiálu) na to, aby zde mohly být navezeny všechny sochory z překladiště a vešly by se zde i sochory dovezené z ocelárny na vychladnutí. Trasa, kterou by musely sochory urazit z Ocelárny, by byla zkrácena na pouhých 1,33 km (viz Obrázek 27). S tím, že čas potřebný k uražení této vzdálenosti by byl snížen na 60 minut. Touto optimalizací by byly také ušetřeny náklady na nájem vlaku a vagonů, které jsou placeny AMO, čas dodávek a tím i lepší manipulativnost mezi nimi. Další výhodou této optimalizace by bylo zvýšení rychlosti reakce na změny výrobního programu navezením sochorů ze skladu 740.



Obrázek 25 Poloha haly skladu trubek v areálu AMTPO



Obrázek 26 Umístění haly pro sklad trubek vedle haly Příprava vsázky



Obrázek 27 Návrh nové trasy přepravy sochorů

Druhá varianta, kde skladovat sochory vyrobené v Ocelárně je nejlépe ve vnitřních skladech haly Příprava vsázky. Tato hala ovšem není dostatečně prostorná na to, aby mohla pojmout všechny zásoby vyrobených sochorů. Musely by se zde provést korekce, které by zvětšily skladovací místo v hale. Těmito korekcemi by mohlo být omezení, nebo úplné zrušení skladového místa pro Svařovnu (odprodej nepotřebných svitků – prostor pro dlouhý materiál) a dále také omezení skladu v jižní části haly, kde se skladují již nadělené sochory, které jsou připraveny na vsazení do Karuselových pecí. Další změnou, která by se musela provést je pořízení skládek, které by byly schopny unést větší množství sochorů. Další navýšení místa haly by mohlo být provedeno přidáním nových skládek a to v prostoru u sázecího roštu Malého Stiefelu – 6 skládek pro 360 tun materiálu, u skladu nadělených sochorů 4 skládky na dlouhý materiál o kapacitě 680 tun, likvidaci skladu válcovacích nástrojů 4 skládky na cca 140 tun materiálu a ještě likvidaci 5 skládek se zmetky o kapacitě 80 tun.

Tato optimalizace by zlepšila manipulaci s materiálem, vyloučila by transport sochorů ven a zpět do haly, zvýšilo by se časové využití jak pálicí linky Messer tak pily Linsinger. Vyloučením skladování mimo halu by se také snížilo vytížení obkročných vozidel na minimum a tím by byly sníženy náklady na jejich údržbu a opravy. Doposud bylo dělení ovlivněno navážením materiálu obkročnými vozidly z venkovních skladů. Po optimalizaci by byly sochory přepravovány na dělení přímo z vnitřních skládek pomocí jeřábů, tato optimalizace by ovšem byla podmíněna nutností skladovat všechny objednávky podle

taveb a délek. Rizikem optimalizace je omezená kapacita skladovacího místa, které by v případě velké zakázky nebylo dostatečné i v tom případě, kdyby bylo navýšeno v rámci haly. V neposlední řadě by bylo takřka nemožné rychle reagovat na změny výrobního programu, pokud by bylo potřeba použít sochory, které nejsou naskladněny v hale Příprava vsázky.

Druhý návrh

Druhý návrh jak optimalizovat stávající materiálový tok se přímo týká haly Příprava vsázky. Jak lze vyčíst z VSM diagramu (viz Příloha I) a Sankey diagramů (viz Přílohy J a K) je materiál skladován jak před dělením, tak následně po dělení před vložením do pecí. Nutnost předzásoby a skladování je popsána v bodě 4.5 VSM diagram. V prvním případě (skladování nedělených sochorů) je potřeba pouze zvýšit skladovací kapacity, což je popsáno v prvním návrhu. V druhém případě se skladují již nadělené sochory proto, aby Karuselové pece byly neustále zaplněny a nedošlo tak k plýtvání (pec by jela „naprázdno“ stála by celá výroba Malého nebo Velkého Stiefelu), pokud by se porouchaly dělicí zařízení, nebo by došlo k jinému zpoždění toku. Toto držení předzásob, zvyšuje čas výroby, zabírá skladovací místo a také zde váže pracovní pozici, která by mohla být použita pro jinou pracovní činnost. Skladování by v tomto případě mohlo být zrušeno a u všech dodávek zavedena filozofie Just in time (JIT). To by znamenalo, že ihned po nadělení materiálu jak na pálicí lince Messer, tak na pile Linsinger, by byly nadělené sochory ihned posílány na rošty pecí Malého a Velkého Stiefelu (viz Příloha L). Tato optimalizace by zkrátila dobu materiálového toku, usnadnila by dopravu z dělicího zařízení na rošt pecí a ušetřila by 1 pracovní pozici a jedné pozici by značně zjednodušila manipulaci s materiálem. V původním stavu materiálového toku bylo zapotřebí 10 operací (viz Tabulka 8), které různě upravují a přesouvají polotovary výrobním procesem, nežli se nenadělený sochor dostal ze severní části haly, kde byl navezen, na jižní část haly, kde byl vsázen na rošt Karuselové pece. Operace 2 a 2a v Tabulce 8 vykonává jeden operátor vždy podle plánování, jestli je zrovna potřeba přivezené sochory skladovat uvnitř, nebo vně haly. Tyto operace jsou pouze obrazem ideálního stavu a v praxi se většinou nestává, že by na každou operaci byl potřeba právě jeden operátor. To znamená, že operátor může vykonávat i dvě operace najednou v závislosti na potřebě a na tom jaký jeřáb je zrovna k dispozici.

Tabulka 8 Operace v hale Příprava vsázky před optimalizací

Pořadí	Operace
1	upnutí balíku nedělených sochorů na vagonu
2a	odepnutí balíku v paletě, odvezení obkročným vozidlem do vnějších skladů
2	odepnutí balíku ve skládce
3	upnutí potřebného počtu nedělených sochorů ve skládce
4	odepnutí balíku na vstupním roštu palící linky Messer
5	automatický posun na dopravníku, pálení, přesun magnetem do skladové kapsy
6	popis dělených sochorů, upnutí na jeřáb
7	svázání balíku nadělených sochorů
8	odepnutí nadělených sochorů ve skládce
9	upnutí nadělených sochorů ze skládky
10	odepnutí nadělených sochorů na roštu pece, automatický přesun do pece

Optimalizace by počet těchto operací zredukovala na 7 (viz Tabulka 9). Oproti původnímu stavu je možné optimalizovat materiálový tok vyloučením venkovních skladů, čímž by odpadla operace, při které je nutné odepnout balík v paletě a odvézt ho obkročným vozidlem do vnějších skladů. Další možností zjednodušit tok materiálu bylo odstranit sklady nadělených sochorů, čímž by nebylo zapotřebí upálené sochory popisovat a svazovat drátem, stejně jako by už nebylo nutné tyto balíky odepínat ve skládkách. Vyloučené operace byly označeny červenou barvou v Tabulce 8.

Tabulka 9 Operace v hale Příprava vsázky po optimalizaci

Pořadí	Operace
1	upnutí balíku nedělených sochorů na vagonu
2	odepnutí balíku ve skládce
3	upnutí potřebného počtu nedělených sochorů ve skládce
4	odepnutí balíku na vstupním roštu palící linky Messer
5	automatický posun na dopravníku, pálení, přesun magnetem do skladové kapsy
6	upnutí nadělených sochorů z kapsy pálícího zařízení
7	odepnutí nadělených sochorů na roštu pece, automatický přesun do pece

Tím, že by bylo vyloučeno skladování naděleného materiálu, vzniknul by prostor pro skladování nedělených sochorů přivezených vlakem. Tyto sochory by ihned po přistavení vagonů byly vyloženy do skládek, ve kterých se předtím skladovaly nadělené sochory. Rizikem této optimalizace ovšem je pochybení nebo porucha na dělicích strojích, která by znamenala zastavení výroby pro obě dvě tratě. Další výhodou optimalizace by bylo ušetření pracovní pozice, která se stará o operace zajišťující materiálový tok a pracovní pozice, která se stará o odvážení nenadělených sochorů do vnějších skladů. Tato pozice by byla zrušena kvůli absenci venkovních skladů, které by se daly využít k jiným

účelům. Další pracovní pozicí, která by byla značně ovlivněna je pozice starající se o skládky nadělených sochorů a o jejich expedici na rošty Karuselových pecí. Zaměstnanci na této pozici by byla ušetřena práce tím, že by se nemusel starat o skladování sochorů do skládek a mohl by se plně věnovat navážení na rošt Karuselové pece.

Další variantu optimalizace lze řešit z celkového pohledu na tok materiálu od počátku – odlití v Ocelárně až po navážení do Karuselových pecí Malého a Velkého Stiefelu. Tato varianta slučuje obě předchozí a to jak optimalizací materiálového toku mezi AMO a AMTPO, tak optimalizací uvnitř haly Příprava vsázky. Sochory by tedy po odlití byly buď odvezeny vlakovou dopravou do skladu 740, nebo do haly Příprava vsázky (záleželo by na jejich potřebě pro aktuální výrobu). Část vagonů, které by byly ihned připraveny k nadělení, by byly navedeny do haly Příprava vsázky a ty vagony, které by měly být uskladněny pro pozdější použití, by byly umístěny do skladu 740. Vagony, které by byly odvezeny do skladu 740, by musely v případě použití být navedeny dopravními vozíky do haly Příprava vsázky. V hale Příprava vsázky by byly sochory naděleny a poté poslány podle principu Just in time na rošty Karuselových pecí. Tuto variantu popisuje Sankey diagram zobrazen v Příloze N.

Mezi halami Příprava vsázky a skladem 740 již existují vrata, která se momentálně nepoužívají (viz Obrázek 28). Těmito vraty by byly převáženy sochory ze skladu 740 dopravními vozíky, vrata by se ovšem musela upravit tak, aby vozíky byly schopny sochory přepravit.



Obrázek 28 Vrata mezi skladem 740 a halou Příprava vsázky

Další investicí, která by byla nutná je pořídit dopravní vozíky, které by dopravovaly materiál ze skladu 740 do haly Příprava vsázky. Nejlépe by bylo pořídit tyto vozíky 2, pro převoz většího počtu sochorů a také pro případ, že by jeden přestal fungovat, mohl by být v provozu alespoň jeden. Vraty mezi skladem 740 a halou Příprava vsázky prochází kolej, která by sloužila jako přepravní dráha vozíků.

VSD diagram

VSD diagram (viz Příloha O) je sestaven na základě VSM diagramu, ve kterém jsou uvedeny v červených elipsách návrhy optimalizací materiálového toku. Tyto návrhy k optimalizacím jsou následně implementovány ve VSD diagramu, který zobrazuje stav materiálového toku po optimalizacích.

Informační toky mezi procesy se nemění. Největší změnou VSD diagramu oproti VSM je zařazení skladu 740, to znamená, že vagony s materiálem budou přiváženy jak na kolej haly Příprava vsázky, tak také do skladu 740.

Zásoby

Optimalizacemi v hale Příprava vsázky by byl uvolněn prostor, kde se skladují nadělené sochory (v jižní části haly). Tento prostor by se dal využít jako sklad pro nenadělené sochory. Největší výhodou by bylo ušetření pracovních pozic a s ohledem na využití skladu 740 také možnost pružněji reagovat na změny ve výrobním programu. Jak již bylo zmíněno výše, největším problémem je spolehlivost dělicích zařízení a to hlavně v ohledu na plynulost výrobního procesu. Výpadkem jednoho ze zařízení, či jinou poruchou, by byla tato plynulost značně ohrožena. Doporučením je proto také nákup nových pil, které by ovšem AMTPO vyšly na nemalé peníze. (Finanční oddělení podniku mělo již v minulosti vyhlédnuté pily, které chtělo implementovat do výrobního procesu, bohužel tato implementace ztroskotala na ceně těchto zařízení.)

Operace materiálového toku

Odlišnost VSD od VSM diagramu demonstrují také operace. První operace – vyložení sochorů z vagonů bude pro oba dva sklady stejná. V hale Příprava vsázky bude následovat operace zajišťující složení sochorů ve vnitřních skladech haly. Ve skladu 740 bude po vyložení z vagonů následovat také naskladnění (zásobení) sochorů do skladu a následné naložení potřebných sochorů na dopravník a navedení do haly Příprava vsázky. Další operace uvedené ve VSD diagramu budou stejné jako u VSM, lišit se bude operace

starající se o sochory po napálení, kde místo svázání, popsání a odeslání nadělených sochorů dále do skladu bude muset pracovník pouze nadělené sochory odeslat na rošty pecí. Detailně jsou redukce těchto operací zobrazeny v Tabulkách 8 a 9.

Časy operací

Ideální materiálový tok by na základě časů uvedených ve VSD diagramu trval 1 025 s. Tento čas je oproti VSM diagramu zkrácen o 210 s. Do tohoto celkového času však nebyl připočítán čas těch operací, které by se staraly o manipulaci a uskladnění sochorů ve skladu 740. Pokud by do celkového času měl být započítán čas operací ve skladu 740, byl by celkový čas 1615 s. Stejně jako u VSM diagramu tyto časy nejsou směrodatné, neboť je ovlivňuje spousta faktorů a nejsou do nich započítány časy držení zásob.

Pracovní pozice

Na překladišti, které neslouží pouze pro účely podniku AMTPO pracuje celkem dvacet zaměstnanců na každé směně. V přepočtu osm z těchto dvaceti zaměstnanců denně pracují pouze pro podnik AMTPO, který musí těmto zaměstnancům vyplácet mzdu. V případě zavedení skladu 740 by tito zaměstnanci byli přesunuti do tohoto skladu. To by znamenalo, že by optimalizace na nákladech na mzdy zaměstnanců nic nezměnila. Ušetřeny by byly pouze náklady na mzdu pracovní pozice v hale Příprava vsázky. Dalším ušetřením by byly náklady na materiálový tok a také na nájemné za překladiště. O toto nájemné se podnik AMTPO dělí s dalšími podniky, které překladiště využívají.

6 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo optimalizovat výrobní proces v podniku ArcelorMittal Tubular Products Ostrava a.s. Optimalizace se týkala přípravy vstupního materiálu pro výrobu trubek tzv. sochorů. Sochory jsou nejdříve odlévány v Ocelárně, následně naváženy na překladiště z důvodu vychladnutí a poté jsou dovezeny do haly Příprava vsázky, kde jsou připravovány k výrobě trubek.

V praktické části bylo pomocí zvolených metod štihlé výroby VSM diagramu a Sankey diagramů analyzován současný stav dopravy jak z Ocelárny do haly Příprava vsázky, tak přímo v této hale. Bylo zjištěno, že současný stav dopravy z Ocelárny do haly Příprava vsázky je zdlouhavý a neefektivní a proto by bylo dobré jej upravit a tím minimalizovat ztráty. V hale příprava vsázky bylo pomocí VSM diagramu odhaleno, že materiálový tok může být zjednodušen odstraněním zásob, které na sebe váží kapitál a zabírají místo. Z této analýzy byly vyvozeny dva návrhy jak zjednodušit materiálový tok.

První návrh se týkal zjednodušení materiálového toku, který probíhá mezi Ocelárnou, překladištěm a halou Příprava vsázky. Tato trasa, kterou musí sochory urazit je dlouhá 7 430 metrů a to jen proto, že jsou sochory dováženy na překladiště. Optimalizací, která byla provedena na základě Sankey diagramu byla tato trasa zredukována na 1 333 metrů tím, že místo na překladiště budou sochory naváženy do skladu 740, který je v blízkosti haly Příprava vsázky. Čistý čas původní trasy, kterou musely sochory urazit, byl 210 minut, optimalizací by byl tento čas zredukován na 60 minut.

Druhý návrh se týkal materiálového toku uvnitř haly Příprava vsázky, přičemž snahou bylo minimalizovat počet zásob a tím zvýšit efektivnost výrobního procesu. Nejdůležitějším návrhem v rámci této haly bylo odstranění zásob nadělených sochorů. Tyto nadělené sochory jsou po dělení skladovány v hale a poté podle potřeby naváženy na rošty Karuselových pecí, kde jsou zahřívány a následně jsou z nich vyráběny trubky Stiefelovým způsobem. Zavedením filosofie Just in time, by byly nadělené sochory ihned posílány na rošty pecí – bez jakýchkoliv zásob a vzniknul by zde skladovací prostor, na kterém mohou být uskladněny nenadělené sochory. Touto optimalizací by byla odstraněna jedna pracovní pozice a další pracovní pozice by měly značně zjednodušenou práci. Optimalizace by také snížila ideální čistý čas materiálového toku v hale Příprava vsázky o 210 s.

Seznam použité literatury

Literární zdroje

- [1] ŽÍDEK, Milan. *Tváření oceli*. 1. vyd. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1988, 520 s
- [2] KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. Management studium. ISBN 80-868-5138-9.
- [3] TAPPING, Don, Tom LUYSTER a Tom SHUKER. *Value stream management: eight steps to planning, mapping, and sustaining lean improvements*. New York: Productivity Press, c2002, vi, 169 s. ISBN 15-632-7245-8.
- [4] RUMÍŠEK, Pavel. *Technologické projekty*. Brno : VUT – FSI, 1991. 185 s. ISBN 80-214-0385-3.
- [5] POČTA, B. *Ocelové trubky: Svařované trubky*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1964, 225s.
- [6] PAVLA MACUROVÁ, Naděžda Klabusayová. *Logistika I. I. vyd.* Ostrava: VŠB - Technická univerzita, Ekonomická fakulta, 2007. ISBN 9788024814193
- [7] BAZALA Jaroslav a kolektiv. *Logistika v praxi: praktická příručka manažera logistiky*. Praha: Dashöfer, 2003. ISBN 8086229718.
- [8] SMETANA, Jiří. *Projektování technologických pracovišť: určeno pro posl. fak. strojní a elektrotechn. I. vyd.* Ostrava: Vysoká škola báňská, 1990. ISBN 8070780339.
- [9] ROTHER, M.; SHOOK, J. *Learning to see. Version 1.2. Brookline: The Learn Enterprise Institute*, 1999. 143 s. ISBN-13 978-0966784305.

Elektronické zdroje

- [10] Charakteristika společnosti AMO. *Arcelormittal Ostrava* [online]. 2006 [cit. 2014-11-02]. Dostupné z: <http://ostrava.arcelormittal.com/o-spolecnosti>
- [11] Charakteristika společnosti AMTPO. *Arcelormittal Ostrava* [online]. 2006 [cit. 2014-11-02]. Dostupné z: <http://ostrava.arcelormittal.com/o-spolecnosti/arcelormittal-tubular-products-ostrava.aspx>
- [12] Pusobení ArcelorMittal Group ve světě. *Amcs* [online]. 2012 [cit. 2014-11-09]. Dostupné z: <http://www.amcs.uk.net/arcelormittal-group/>
- [13] Hladké trubky. *Tecam* [online]. 2015 [cit. 2015-01-12]. Dostupné z: <http://www.tecam.cz/roury-z-linearniho-pe-hladke-vicevrstve>
- [14] Závitové trubky. *Shopelektro* [online]. 2009 [cit. 2015-01-12]. Dostupné z: <http://www.shopelektro.cz/ulozny-material/trubky-a-chronicky/trubky-ocelove/en-zavitove/kopos-6020-zn-f-tr.-ocel.-zavitova-f-f>

- [15] Hrdlové trubky. *Aco* [online]. 2002 [cit. 2015-01-12]. Dostupné z: <http://www.aco.cz/126-nerezove-hrdlove-potrubi.html>
- [16] Přírubová trubka. *Mumbai.all* [online]. 2010 [cit. 2015-01-12]. Dostupné z: <http://mumbai.all.biz/cs/trubky-prirubove-g224295>
- [17] Karuselová pec. *Ethermtz* [online]. 2011 [cit. 2015-01-19]. Dostupné z: <http://www.ethermtz.cz/vyroby/karuselove-pec/>
- [18] Válcování. *Ksp.tul* [online]. 2008 [cit. 2015-01-19]. Dostupné z: http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce/02.htm
- [19] Mapovanie toku hodnoty (VSM). *Stihlemyslenie* [online]. 2011 [cit. 2015-02-11]. Dostupné z: <http://www.stihlemyslenie.sk/sk/stihle-nastroje/3/mapovanie-toku-hodnoty-vsm.html?all=1>
- [20] Vytváření analýz materiálových (či personálních) toků. *Digipod* [online]. 2011 [cit. 2015-02-11]. Dostupné z: <http://digipod.zcu.cz/index.php/cs/oblasti-nasazeni/tvorba-prostoroveho-usporadani/vistable>
- [21] Intranet společnosti ArcelorMittal Tubular Products Ostrava a.s.
- [22] Interní zdroje společnosti ArcelorMittal Tubular Products Ostrava a.s.
- [23] Google maps. Google [online]. 2014 [cit. 2014-12-15]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps/@49.8602829,18.0027588,9z?hl=cs>
- [24] Lité polotovary. *Třinecké železářny* [online]. 2012 [cit. 2015-03-11]. Dostupné z: http://www.trz.cz/web/trzocel.nsf/link/polotovary_cz
- [25] Svařování pod tavidlem (SAW). *Svarbazar* [online]. 2005 [cit. 2015-04-02]. Dostupné z: <http://www.svarbazar.cz/phprs/view.php?cisloclanku=2009010801>
- [26] Zákazník, hodnota a hodnotový tok. *Štíhlá výroba* [online]. 2013 [cit. 2015-04-28]. Dostupné z: <http://www.stihlavyroba.sk/2013/04/zakaznik-hodnota-hodnotovy-tok.html>

Seznam obrázků a tabulek

Obrázek 1 Karuselová pec [17]	11
Obrázek 2 Hladké trubky [13].....	12
Obrázek 3 Trubka závitová [14].....	12
Obrázek 4 Trubky hrdlové [15].....	13
Obrázek 5 Trubka přírubová [16].....	13
Obrázek 6 a) kosé válcování na děrovací stoličce, b) podélné, c) příčné válcování [18]	14
Obrázek 7 Automatické svařování pod tavidlem [25]	15
Obrázek 8 Mapa toku hodnot (Value Stream Mapping – VSM) [19]	18
Obrázek 9 Základní značky pro mapování toku hodnot [2]	18
Obrázek 10 Sankey diagram [20]	20
Obrázek 11 Návrh hodnotového toku (Value Stream Design VSD) [27]	22
Obrázek 12 Rozmístění dceřiných společností AMO v Evropě [12]	23
Obrázek 13 ArcelorMittal Tubular Products Ostrava a.s. [23].....	25
Obrázek 14 Sochory [24].....	29
Obrázek 15 Transfer sochorů po odlití v Ocelárně [21]	30
Obrázek 16 Schéma haly Příprava vsázky v areálu AMTPO	31
Obrázek 17 Sklárky v hale Příprava vsázky	32
Obrázek 18 Palety ve venkovních skladech	32
Obrázek 19 Vagony se sochorů v hale Příprava vsázky	33
Obrázek 20 Popis čela sochorů	34
Obrázek 21 Obkročné vozidlo [21]	35
Obrázek 22 Výřez z VSM diagramu.....	39
Obrázek 23 Sankey diagram pro materiálový tok z AMO do AMTPO	42
Obrázek 24 Přesuny vyrobených trubek do skladu z Malého a Velkého Stiefelu.....	44
Obrázek 25 Poloha haly skladu trubek v areálu AMTPO	45
Obrázek 26 Umístění haly pro sklad trubek vedle haly Příprava vsázky	45
Obrázek 27 Návrh nové trasy přepravy sochorů	46
Obrázek 28 Vrata mezi skladem 740 a halou Příprava vsázky.....	49
 Tabulka 1 Typ výchozího materiálu na bezešvé trubky [1].....	 10
Tabulka 2 Označování činností v Sankeyově diagramu	20
Tabulka 3 Označování blízkosti v Sankeyově diagramu	21

Tabulka 4 Vývoj počtu zaměstnanců	25
Tabulka 5 Produkce bezešvých trubek [21]	27
Tabulka 6 Roční produkce sochorů (nejčastější výrobky)	38
Tabulka 7 Vzdálenosti materiálového toku z AMO do AMTPO	42
Tabulka 8 Operace v hale Příprava vsázky před optimalizací	48
Tabulka 9 Operace v hale Příprava vsázky po optimalizaci	48

Seznam příloh

Příloha A – Kumulace a označení sochorů

Příloha B – Pila Linsiger

Příloha C – Schéma venkovního skladu sochorů

Příloha D – Výrobní Kampaň

Příloha E – Výrobní postup

Příloha F – Karuselové pece

Příloha G – Organizační struktura AMTPO

Příloha H – Příprava vsázkového materiálu

Příloha I – VSM diagram pro vizualizaci materiálového toku v hale Příprava vsázky

Příloha J – Sankey diagram pro dopravu v hale Příprava vsázky

Příloha K – Sankey diagram pro určení vzdáleností a nutností materiálového toku

Příloha L – Sankey diagram po optimalizaci v hale Příprava vsázky

Příloha M – Závody a dceřiné společnosti ArcelorMittal Ostrava a.s.

Příloha N – Sankey diagram zobrazující tok materiálu po optimalizaci

Příloha O – VSD diagram pro vizualizaci materiálového toku v hale Příprava vsázky

Poděkování

Chtěl bych tímto poděkovat vedoucí práce Ing. Markétě Gregušové Ph.D. za poskytnuté cenné rady a také společnosti ArcelorMittal Tubular Products Ostrava a.s. jmenovitě Ing. Přemyslu Huliciovi a Ing. Peteru Szabadosovi za ochotu a vstřícnost při poskytování potřebných informací a za pomoc při řešení této Diplomové práce.